LA CONSTRUCCIÓN DE LA ARQUITECTURA ROMÁNICA

Roberto Benedicto Salas



INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO» · COLECCIÓN **ESTUDIOS**

Roberto Salas Benedicto

Es arquitecto. En los años 80 del pasado siglo comenzó su actividad en el campo de la restauración monumental, continuando hasta hoy con un importante número de intervenciones sobre el patrimonio arquitectónico aragonés. De la misma forma y en aquellos años inició sus estudios sobre las arquitecturas antiguas, sus sistemas estructurales, sus procesos de construcción, su expresión arquitectónica y sus disciplinas anexas, que continúa con especial intensidad, dedicación e interés.

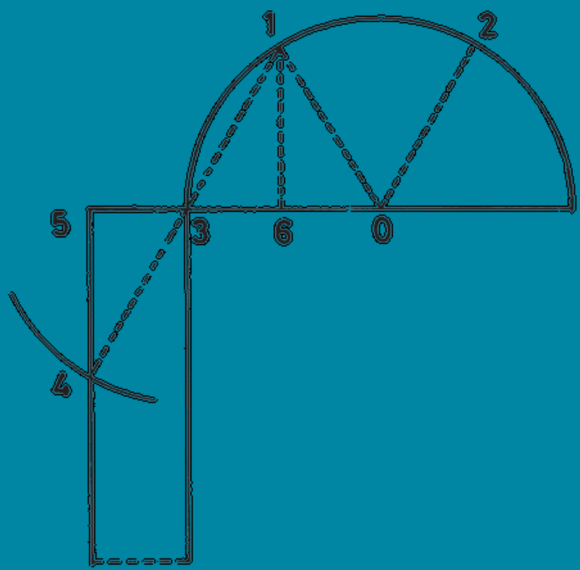
Además de su normal ejercicio profesional y de esta continuada actividad sobre el patrimonio y el estudio de las arquitecturas antiguas, ha publicado —relacionados con estas materias— once libros, numerosos trabajos y artículos, ha participado y organizado cursos, conferencias, mesas redondas y exposiciones sobre estos asuntos. Es académico correspondiente por la Real Academia de Bellas Artes de San Luis de Zaragoza. Y fue profesor titular de Historia de la Construcción (2000-2013) y de Restauración Monumental (2008-2013).

IMAGEN DE CUBIERTA: Bóvedas de medio cañón de eje transversal sobre la nave central de Saint Philibert de Tournus (Fot.: R. Benedicto).

COLECCIÓN **ESTUDIOS**

Roberto Benedicto Salas

LA CONSTRUCCIÓN DE LA ARQUITECTURA ROMÁNICA



COLECCIÓN **ESTUDIOS**
ARTE

LA CONSTRUCCIÓN DE LA ARQUITECTURA ROMÁNICA

Roberto Benedicto Salas

INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»
Excma. Diputación de Zaragoza
ZARAGOZA, 2015

Publicación número 3442
de la Institución «Fernando el Católico»
Organismo autónomo de la Excma. Diputación de Zaragoza)
Plaza de España, 2 • 50071 ZARAGOZA (España)
Tff.: [34] 976 28 88 78/79
ifc@dpz.es
www.ifc.dpz.es

ISBN: 978-84-9911-370-8
Depósito Legal: Z 1901-2015
Preimpresión e impresión: ARPIrelieve, S. A.

IMPRESO EN ESPAÑA - UNIÓN EUROPEA

A Maite y Clara

INTRODUCCIÓN

Lo que hoy conocemos como arquitectura románica es el resultado de un enorme corpus de edificios, no pocos de ellos desaparecidos, que se construyeron en distintos lugares de Europa a partir de la segunda mitad del siglo X. Es esta la fecha en que se da por iniciado el periodo románico. Un proceso gradual de experiencias que evolucionarán con artificios estructurales, tipologías de planta y composiciones formales distintas que conducirán a partir de mediados del siglo XI a una arquitectura reconocida como plenamente románica. La incesable progresión de estas experiencias confluirá en los años finales de este mismo siglo hacia la disposición estructural que permitirá, en unos años más, el paso a la construcción de la estructura gótica.

No obstante, sus primeros antecedentes aparecen ya en pleno periodo carolingio con la construcción de grandes iglesias en las que los desarrollos de las criptas y cabeceras, la construcción de importantes cuerpos occidentales o *wetswerbs* y la disposición de torres y cimborrios configurarán un punto de partida inicial, que tendrá una gran influencia en los desarrollos posteriores. En los primeros decenios del siglo IX y en Oviedo, bajo el patrocinio de la monarquía asturiana, se construyeron Santa María del Naranco y San Miguel de Lillo, clarividentes anticipos de la estructura románica de los que trato en el lugar oportuno. Así, se construyeron en Europa un casi inabarcable número de edificios con variadas tipologías y funciones. Pequeñas iglesias rurales de una sola nave, grandes iglesias abaciales o catedralicias, monasterios, castillos y edificios de carácter militar y civil.

Muchos de estos edificios han desaparecido total o parcialmente o han sido más o menos afectados por reformas y ampliaciones, de forma que nos llegan los que han superado tantas destrucciones o sus restos. Esta es la base fundamental de nuestros estudios, entendiendo que el mejor documento posible para ello son los propios edificios.

Contamos con un extensísimo corpus de textos y estudios publicados de diverso carácter y valor, que son el amplísimo e inabarcable campo de estudio que se ofrece al investigador. Bien que, es casi nulo o prácticamente inexistente el acervo documental que trata sobre las cuestiones objeto de este trabajo; pero poco a poco se suman a él lo que nos aportan las todavía escasas publicaciones sobre las pocas excavaciones arqueológicas realizadas, y un número ciertamente mínimo de estudios relacionados.

Es importante considerar que este ingente número de edificios, compone una inabarcable sinfonía conformada por muchos registros diferentes, entrecruzamientos y una importante

complejidad. Un precioso contrapunto de variaciones estructurales, tipológicas y formales que son la expresión construida de la cultura románica. Pero ante esta importante variedad, es cierto que tanto los elementos estructurales como los sistemas constructivos utilizados a lo largo de todo el periodo, que son de general utilización, son relativamente reducidos. Bien que su organización en la estructura general, su articulación y disposición espacial es la razón de esa notable variedad. Hecho que da sentido al trabajo que expongo en el presente texto.

Como cualquier otro objeto de investigación, cabe mirar y estudiar estas cuestiones desde distintos puntos de vista. En el trabajo que presento, lo hago atendiendo al estudio de los elementos estructurales y sistemas constructivos que conformarán la estructura románica, su disposición, tipologías, y su evolución en el relativamente largo camino recorrido por el constructor medieval que haciendo progresar todo ello avanza de forma inexorable hacia su simplificación y hacia la estructura gótica.

Y lo hago desde la mirada propia del arquitecto. Lamentablemente, y tras los gloriosos ejemplos de arquitectos que dedicaron su vida en los pasados años al estudio y difusión de las arquitecturas del pasado, hoy desde esta mi profesión se ha abandonado su estudio, salvo en muy pocos casos emergentes. No sólo esto, el desinterés hacia ellas es creciente, no sólo entre los arquitectos, sino que también y lamentablemente, desde la docencia de la arquitectura que se imparte en las escuelas, lo que es bien grave. De forma que: «(...) En cierta medida, la historia de la arquitectura ya no nos pertenece, historiadores del arte, de las formas del arte, han sintetizado el conocimiento de lo construido, su génesis, sus vínculos y aún diremos de sus tipos (...)»[1]. Lo que supone, afortunadamente y en los últimos años, la única vía de investigación de estas materias.

Pero el estudio de la arquitectura antigua no es completo sin atender a la resolución de los principales problemas que plantea para su construcción. Su estructura, sus procesos constructivos, sus desarrollos y las razones de los mismos; los procesos por medio de los cuales el arquitecto concibe una obra y logra ponerla en pie, buscando de forma primordial la construcción de un espacio y unas formas que caracterizarán a cada cultura. Todo ello debería estar en la base de los estudios sobre lo que hoy conocemos como arquitectura antigua, ya que es su primera razón de ser, y en casi todos los casos su clara explicación. Es reciente el interés, aún aleatorio y disperso, pero progresivo, por el estudio de las tipologías estructurales, geometrías, sistemas constructivos y circunstancias técnicas que posibilitaron la construcción de estos edificios. Pero parece configurarse un buen comienzo para esta fundamental disciplina.

Centraré aquí mi discurso en la arquitectura de carácter religioso, que es la que se ha conservado mejor y con mayor o menor integridad, precisamente por su monumentalidad y alta significación. Y en la que se producen los progresos estructurales, constructivos, y tipológicos, que influirán en las construcciones de carácter no religioso.

1 Aguerri Martínez, Fernando, «La arquitectura de la historia», en *Manifiesto de la Alhambra*, p. VII, Colegio Oficial de Arquitectos de Aragón, 2004, Zaragoza.

Los importantes logros que en el campo de la construcción había desarrollado Roma y Bizancio se perdieron en su mayor parte con las convulsiones y con el aislamiento de los siglos anteriores al periodo románico. El muro de tres hojas[2] permaneció en uso. Los sistemas de construcción de los potentes muros, bóvedas y cúpulas de argamasa romanas se perdieron; como la organización de sus plantas, que buscaba en los tramos finales del periodo que las partes trabajaran estructuralmente con el todo, prolongándose con la arquitectura bizantina. Porque sobre todo, las técnicas constructivas que hicieron posible aquellos gloriosos edificios, no eran posibles ya.[3] Los que desarrolló Bizancio para la construcción de sus bóvedas y cúpulas con hojas de ladrillo sin cimbras no se utilizaron apenas.[4] En muchos conceptos la construcción románica supone un renacer del largo periodo de soledades y destrucciones transcurridos desde la caída del Imperio Romano de Occidente.

La estructura románica reanuda el viejo camino de la construcción antigua. Cómo construir un espacio de la mayor luz y altura posibles con un razonable despliegue de medios auxiliares, y con la tecnología de que se dispone en cada momento. En un largo proceso que se depura y avanza, con secciones de sus elementos estructurales progresivamente menores y con la siempre perseguida reducción de la utilización de medios auxiliares. Cuestión fundamental es la búsqueda de artificios para elaborar la articulación de los muros y pilares, buscando el enriquecimiento del espacio y por tanto la mayor «calidad» arquitectónica posible con los elementos estrictamente necesarios para la construcción de la estructura. Teniendo siempre presente la fundamental utilización de la luz y dando solución y cobijo a las necesidades funcionales y de prestigio que el destino del edificio plantea. Cuestiones todas ellas, que buscan la construcción de un espacio y de unas formas —ahora específicamente románicas— que se verán potenciadas por gloriosas pinturas murales, calvarios, imágenes, frontales, tapices, pavimentos taraceados, tenues iluminaciones con lámparas de aceite o cirios, los ritos y el canto de los monjes y canónigos y la piedad temerosa del pueblo fiel.

Este proceso lo podemos centrar, con los riesgos naturales a toda esquematización, en el camino recorrido por el constructor medieval para adelgazar la potencia de las bóvedas y de sus elementos estructurales de estribado, fundamentalmente del muro. Mediante el estableci-

2 El muro de tres hojas, cuyo uso se generaliza en la construcción romana sobre todo, es el formado por dos paramentos de fábrica de ladrillo, mampuestos, sillarejos o sillares y un núcleo interior de anchura variable de argamasa ciclópea. Su correcto funcionamiento estructural se basa en que las tres «hojas» sean solidarias entre sí y el conjunto responda unitariamente ante las acciones que recibe. Cuestión esta última que la arquitectura romana y sobre todo la bizantina desarrollan.

3 Choisy, August, *El arte de construir en Roma*, Edt. Cehopu, Cedex, Instituto Juan de Herrera, 1999, Madrid, Cap. 7, pp. 155-163. Edición y traducción íntegra en castellano a cargo de Huerta Fernández, Santiago y Girón Sierra, Francisco Javier, de la edición original *Lárt de bâtir chez les romains*. 1873. Las posibles causas de la decadencia y pérdida de los sistemas constructivos, que se desarrollaron por Roma y que llevaron a su arquitectura a las más altas cotas (El Panteón, llamado de Agripa, como máximo exponente). Son tratadas y expuestas con claridad en este texto.

4 Correspondientes al periodo románico, citaré las bóvedas por hojas, magníficas por otra parte, que se conservan en las puertas del recinto amurallado de Faro (Algarve, Portugal). La utilización de este tipo de bóvedas se prolongará en el tiempo. Cito entre otros ejemplos: la ermita de la Piedad y algunos palacios del XVI en Cáceres, o el vestíbulo del palacio ducal de Parma.

miento de sistemas de transmisión y contención de los pesos de cubiertas, muros y de los empujes que originan arcos, bóvedas y cúpulas. Sistemas que persiguen su progresiva concentración en puntos concretos de esa estructura, puntos en los que los elementos estructurales de estribado se agrupan, evolucionan y se articulan. Poco a poco la estructura románica camina hacia la eliminación del papel resistente del muro y el retorno a la colaboración de todas las partes de la estructura. Así, cuando el muro deje de tener la misión fundamental de estribado se sustituirá por ventanales que alojan gloriosas vidrieras. Cuestión que se logrará definitivamente con el gótico y evolucionará con él consiguiendo construir ligeras y brillantes estructuras.

Pero quiero subrayar una clara evidencia. La arquitectura románica surge y se desarrolla con la construcción de iglesias, grandes y suntuosas o pequeñas y humildes. Que en todos los casos son manifestaciones voluntarias de la espiritualidad del tiempo. Se trata de construir la casa de Dios, de acoger a los fieles mostrando del modo más bello posible su presencia, transmitiendo la palabra y el ejemplo de un Cristo justiciero, que se presenta comúnmente en forma de «pantocrátor» rodeado por una mandorla, premiando a los justos y castigando a los pecadores a las más terribles penas del infierno. Así, Dios es también arquitectura que se muestra con la integración de las partes en un todo global, como inequívoca expresión del espíritu cristiano de ese periodo que lo impregna todo. De forma que el Arte se transforma así en historia, dando respuesta a la historia. Sin tener esto presente es difícil comprender adecuadamente esta parte fundamental de nuestro común camino.

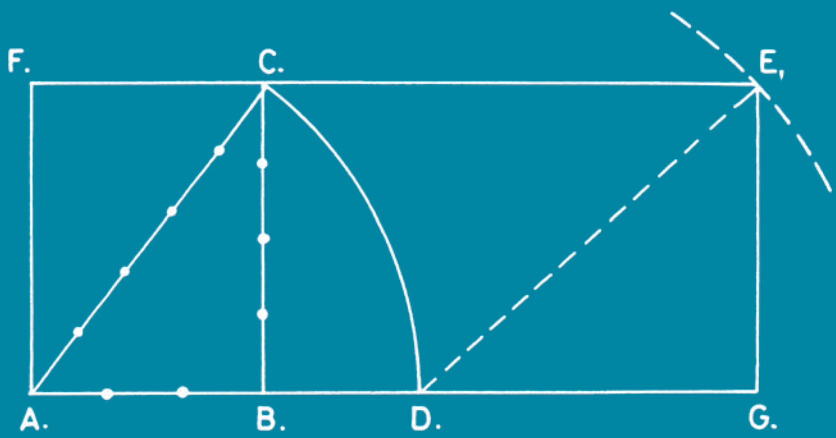
Por su dificultad innegable, conocemos muy poco sobre las trayectorias y circunstancias personales de quienes construyeron estas iglesias, que aún siendo fuentes de poder mundano, se construyeron como expresión de esa religiosidad a que me he referido.

Este trabajo trata de incidir en algunas de estas cuestiones y sobre las circunstancias en que se presentan desde la mirada del arquitecto, proponiendo su estudio, difícil y lleno de obstáculos. El estado de la investigación sobre estas materias está en una fase inicial. Es este todavía un campo por abordar de forma adecuada. Es de lamentar que en las obras de restauración que han incidido sobre estos edificios, no se haya documentado lo encontrado. Los escasísimos textos que tratan de ello son absolutamente insuficientes y ponen de manifiesto la amplitud y profundidad del camino a recorrer.

CAPÍTULO 1

EL PROYECTO Y SU PLASMACIÓN EN LA OBRA.

EL MAESTRO ROMÁNICO. LAS REGLAS PROPORCIONALES



1.1. SOBRE LA NECESIDAD DEL PROYECTO

Ya el constructor megalítico, ante la necesidad de construir, tuvo que imaginar y resolver previamente antes de iniciar sus construcciones todas las complejas cuestiones a que con ello se enfrentaba[5]. Simultáneamente y después, los constructores egipcios se vieron ante los mismos problemas, agravados por la magnitud de sus obras y las dificultades de todo tipo que debían superar[6], resolviéndolos satisfactoriamente como pone de manifiesto la majestuosa realidad de sus obras. Todos los constructores que les siguieron se vieron —evidentemente— ante esa misma situación. El hecho de que sólo nos hayan llegado muy escasos y parciales testimonios «documentales» respecto al modo en que lo hicieron, no contradice la absoluta necesidad de plantearse y resolver previamente al inicio de las obras todas esas cuestiones, que implican el estudio y plasmación de un «proyecto» cuya naturaleza no conocemos.

Era algo absolutamente indispensable. La construcción es una empresa colectiva y todas las personas y grupos que intervienen en la misma deben actuar de manera organizada según un plan previsto previamente. Debe transmitírseles con absoluta claridad las circunstancias de su intervención y qué deben hacer. Era necesario plasmar en algún tipo de soporte transmisible y comprensible «planos» que definieran la obra, que los maestros encargados de su ejecución material fuesen capaces de comprender y desarrollar en todas sus fases, transmitiéndolos a los escalones inferiores.

A este respecto, quiero recordar que Vitrubio ya trata en sus Diez Libros de Arquitectura, de las cuestiones previas de dibujo o especies de disposición: Ichnographia (relativa al uso del compás y reglas para el trazado de las formas), Orthographia (Representación del alzado del edificio con sus medidas) y Sciographia (Especie de dibujo en perspectiva con frente y lados). Con lo que este tipo de «proyecto previo» era prescrito como indispensable.

Pero no sólo era necesaria la plasmación de estos «planos». Sin prevenir, organizar y resolver antes del comienzo de obras los serios problemas de todo tipo a que se enfrentó el constructor antiguo, el desastre estaba asegurado. Era necesario solucionar los problemas que plantea el inicio de una construcción, de los que hablaremos en el siguiente capítulo. Como son la determinación de la naturaleza del terreno sobre el que se va a construir y la definición del sistema adecuado de cimentación; los sistemas de replanteo de las plantas y de los tajos hasta la finalización de la obra, su orden de ejecución; la extracción o fabricación, abastecimiento y transporte de los

---

5 Benedicto Salas, Roberto, *Introducción a la construcción megalítica*. 2010, Mira Editores, Zaragoza.

6 Smith Graig, B., *Guiza. Cómo se construyó la gran pirámide*. Edt. Crítica, 2004, Barcelona; Goyon, Jean Claude, *La construction pharaonique*. Edc. Picard, 2004, Paris. Un magnífico y actualizado texto de referencia sobre la construcción de los templos egipcios.

materiales; la organización de los medios auxiliares; la disposición de las áreas de almacenamiento de materiales, el establecimiento de los talleres de suministro y reparación de las herramientas; la organización, alimentación y alojamiento de las cuadrillas, etc...

Es evidente que no bastaba que en la mente de uno o unos pocos hombres geniales todo estuviese previsto. Era indispensable una férrea organización para el correcto control de la obra; la adecuada transmisión con claridad y exactitud a todos los escalones inferiores que intervenían en la construcción sobre cada una de sus tareas; establecer cuantificaciones previas de los materiales a utilizar, sus naturalezas, formas y dimensiones; los presupuestos y sistemas de control económico de la obra; los métodos de comprobación de los tajos... En fin, toda la complejidad que el desarrollo de una obra conlleva. Por tanto ese «proyecto» y esas previsiones, eran indispensables.

Para el periodo románico contamos con una grave dificultad que el estudioso de estas materias debe afrontar, como es la casi total carencia de información que nos ha llegado referente a asuntos propios de la construcción, como para otros aspectos directamente relacionados con la arquitectura. Conocemos algunas descripciones parciales de monumentos, algún documento relacionado, poco sobre los promotores, teniendo una relación de nombres de maestros algo más nutrida. En algunas pinturas y representaciones figurativas tardías podemos ver rústicas y simplificadas situaciones de obras en curso de ejecución, y en ellas de forma esquemática algunos medios auxiliares de elevación de cargas, imposibles andamios, o gentes aplicadas a sus tareas de talla, confección de argamasas, transporte de materiales al tajo o similares trabajos. Y muy poco más. Se tendrá que esperar ya al periodo gótico y a la Baja Edad Media, ya fuera del periodo de que trata este trabajo, para encontrar una relativa mayor información que en algunos casos será del mayor interés. Pero no obstante, en algunas cuestiones la investigación ha progresado.

1.2. BREVE EXCURSO SOBRE EL MAESTRO ROMÁNICO Y SU FUNCIÓN

La presencia de «arquitectos» está acreditada desde la más remota antigüedad[7], la bibliografía existente sobre estas materias es muy dispersa y reducida[8]. Una vez decidida la construcción de una iglesia de media o gran envergadura, es necesaria la intervención de un maestro especializado en la confección del plan o proyecto que debía regir la obra, un «mechanikos» o proyectista. Existía otro maestro «magistri», que como el «architekton» griego, dirigía la construcción material de la obra[9]. El abad Airard de Saint Remi de Reims (Francia), hacia el año 1005, expresa su voluntad de encargar la realización de la obra bajo hombres expertos en arquitectura «(...) qui architecturae periti ferebantur (...)».

7 Imhotep, «arquitecto» del recinto funerario de Saqqara (Menfis), es uno de los primeros conocidos, hacia 2769 a.C.

8 Kostof, Spiro y otros, *El arquitecto: historia de una profesión*. 1984, Ediciones Cátedra, Madrid.

9 Conant Kenneth, John, *Arquitectura carolingia y románica 800/1200,* 1ª Ed., Manuales Arte Cátedra, p. 116.

Las funciones que asumían estos «arquitectos», las circunstancias que acompañaban su trabajo y su relevancia social, nos son muy mal conocidas. No es éste un campo de la investigación muy concurrido por la dificultad que presenta la muy precaria documentación existente al respecto. Tal parece que la figura prestigiosa del «architectus» de la Edad Antigua[10] decae de manera significativa con las convulsiones posteriores, para pasar a referirse a un maestro constructor. Así, hasta avanzado el siglo XII el arquitecto no era una persona cuyo oficio fuese considerado como de relevancia social. Hasta entonces, el arquitecto parece pertenecer al gremio de las Artes Mechanicae, y dentro de él, al de la Armatura, denominándose como «architectus», «architector» o «architectarius». San Isidoro de Sevilla le asigna el diseño de los planos y su concepción, así como el trabajo de «(...) architecti autem caementari sunt qui disponunt in fundamentis (...)»[11].

Sorprendentemente para nuestra mentalidad actual, aquellas personas capaces de concebir y construir edificios tan duraderos y hermosos, padecieron un protagonismo social de escasa relevancia. Con respecto al prestigio de épocas anteriores, en el periodo románico, su labor parece diluirse en importancia social y se relaciona más con un «maestro constructor», de forma que parece progresar en esto lentamente distinguiéndose poco a poco el verdadero «arquitecto» del maestro constructor. Se tendrá que esperar a los siglos XII y XIII, para que podamos verles denominados como «Magister Doctísimus» y para ver representaciones de su figura acompañadas de los instrumentos distintivos de su trabajo: la vara de medir, la escuadra, el compás, la plomada o rollos de planos, en situaciones de relevancia y protagonismo. Tal es ya en el siglo XIII el caso de Lamfrancus, «(...) magister doctísimus in arte (...)», tal como figura en su tumba del ábside de la catedral de Módena.

Es a partir de estas fechas cuando las noticias documentales sobre todo esto nos permiten un mejor conocimiento. En realidad, hasta entonces es el promotor culto de la obra el que acapara el mérito de la misma, implicando el anonimato del maestro. Igualmente parece que en las cuadrillas de maestros lombardos del norte de Italia, las dos funciones de maestro proyectista y maestro de ejecución de obra, eran asumidas por la misma persona, el magistri comacini, lombardus, lambardus[12] o maestro lombardo.

En cualquier caso el maestro encargado del proyecto poseía los conocimientos necesarios para trazar la planta y extraer de ella en obra los alzados y secciones globales de ese proyecto. De forma que para todo ello se valía de conocimientos de tipo proporcional y geométrico ya muy antiguos que le facilitaban ese trabajo. Estos sistemas proporciona-

10 Kostof, Spiro y otros, *El arquitecto: historia de una profesión*, o.c., pp. 72-73; Cita a Hodgkin, T., *The letters of Cassiodorus*, Londres 1886, pp. 323-324. Este texto que se dirige al arquitecto del palacio de Teodorico en Ravena, recoge frases como estas: «(...) Estudia a Euclides, capta bien en tu mente sus esquemas; estudia a Arquímedes y Metrobio (...) confiaremos en ti para expresar nuestras ideas sobre el papel (...) como signo de tu alta dignidad, llevaras vara de oro, y entre la gran multitud de sirvientes caminarás el primero (...)».

11 San Isidoro de Sevilla, *Etymologiarum*, pp. 8-9; Mariño, Beatriz, «La imagen del arquitecto en la Edad Media. Historia de un ascenso», en *Espacio, tiempo y forma*. Serie VIII, Universidad de La Rioja.

12 Kostof, Spiro y otros, *El arquitecto: historia de una profesión*, o.c., p. 73. Aquí se cita una interesante acepción del término «comacini»: co-macinus o co-mechanicus.

les y geométricos utilizados para el trazado y la composición global del edificio venían siendo utilizados hace siglos[13].

He de referirme a las maquetas, un estupendo medio para representar de forma aproximada lo que se pretendía construir y hacerlo entender, pero que no suponen en ningún caso un instrumento válido para ir más allá. Es fácil entender que, más si la obra es compleja, esta maquetas no pueden ser elementos de transmisión de medidas y otros datos indispensables para la construcción de la obra. Para épocas anteriores vemos en mosaicos y pinturas al promotor-oferente, presentarlas ante la Virgen o Cristo, ofreciéndolas reverentemente en las manos.

1.3. SOBRE LAS REGLAS PROPORCIONALES Y NUMÉRICAS

La importancia otorgada a las relaciones numéricas y proporcionales, a las establecidas entre estas y las figuras geométricas, y a las de todas ellas con las notas musicales, en busca de la armonía y perfección que rige las cosas materiales, contaba ya con una larga tradición que arrancaba al menos de Pitágoras. La obra de San Agustín fue importante a este respecto. Su idea de que la arquitectura debe reflejar la armonía eterna que transmite al espíritu la experiencia de Dios, coloca al número y a las reglas proporcionales en lugar privilegiado para la composición de la arquitectura. Reglas que compara con las armonías musicales ya que ambas son hijas del número. La posterior frase de Santo Tomás de Aquino «(...) en un bello edificio las dimensiones de cada parte están determinadas en función de relaciones de las otras partes y todas son musicalmente solidarias de la forma del conjunto (...)» explica claramente esta cuestión. Se definía así la traza de los edificios fundándose en conceptos propios de lo intelectual, con los que se lograba la introducción de la armonía, de un orden regulador entre todas sus partes y con su globalidad. Se estaba construyendo la casa de Dios y debía ser perfecta, de la mayor belleza.

Aunque estas cosas son aún difíciles de concretar, ya aparecen inicialmente en Egipto con la construcción de las pirámides de Guiza[14]. Jacques Heyman trata del Libro de Ezequiel (600 a.C. Antiguo Testamento), en el que se habla de «la gran medida»[15]. Es quizás en Grecia, con la utilización del módulo como unidad de medida que regula los distintos «ordenes» del templo griego, que define sus formas y las dimensiones de todas sus partes y por tanto de sus elementos estructurales, donde estos conceptos de trazado numérico y proporcional aparecen con más claridad. Conceptos que se prolongarán a lo largo de todo el periodo romano. Vitrubio dedica una parte

13 Viollet le Duc, E., *Entretiens sur l'architecture*, tomos I y II, 2ª Edc., 1978, Pierre Mardaga, Éditeur. Para los sistemas proporcionales, ver Neuvième Entretien, Tomo I.

14 Smith Graig, B., *Guiza. Cómo se construyó la gran pirámide*, o.c.

15 Heyman, Jacques, *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*, 1999, Instituto Juan de Herrera, Cehopu, Cedex, p. 161, para la época hebrea y latina; Heyman, Jacques, *La ciencia de las Estructuras*, 1ª Ed. 2001, Instituto Juan de Herrera y E.T.S.A.M., Madrid.

importante de su obra a estas reglas proporcionales y numéricas[16], y sus Diez Libros serán conocidos y utilizados, en nuestro campo de interés, ya al menos desde la época carolingia. Y naturalmente tendrán ahora y en siglos posteriores una decisiva influencia.

El plano de época carolingia de Sankt Gallen o Saint Gall[17], hacia 820, se constituye en un tipo de «plano» que recoge la planta para la construcción de nuevos monasterios, acordadas en varios concilios celebrados en Aquisgrán y debió de ser de utilización relativamente generalizada en el periodo. Fundamentalmente es un croquis esquemático de la planta global de un monasterio de época carolingia, desarrollado y completo, que incorpora una trama base de módulos cuadrados de 40 pies en la composición de las plantas de sus dependencias, y de cuadrados sub-modulares para la iglesia, relacionándose el módulo con el pie como unidad de medida. En este plano no existe dibujado ningún alzado que pudiera establecer pautas para conocer la altura de los edificios representados o de sus partes, ningún dato para establecer grosores de muros, ni qué sistemas se han de adoptar para cubrirlas; es decir no se especifican los datos mínimos para su construcción, más allá de un dificultoso replanteo[18].

Los estudios realizados sobre Cluny III (1095-1100)[19], revelan con claridad la utilización de módulos para el trazado del monasterio e iglesia abacial y por tanto la continuidad del uso de estas reglas proporcionales y numéricas para el trazado de los edificios.

Estos trazados partían del establecimiento de uno o varios módulos, a partir de los que se componían las distintas partes del edificio mediante la aplicación de esas reglas. La cuantificación de este módulo, generalmente se correspondería con alguna de las principales unidades de medida usuales en la región donde se trabajaba, estableciendo así estas relaciones sobre una medida sencilla y conocida. Estas unidades de medida variaban no sólo entre los distintos territorios sino a lo largo del tiempo, con lo que su estudio no abordado con carácter general aún, es francamente difícil y complejo. Pero también el módulo podía ser de libre elección del proyectista recibiendo entonces el nombre de «pie de la obra». Reflejo aquí alguna de las unidades de medida utilizadas en la época. Pie (24 a 36 cm). Codo (48 a 53 cm). Brazo (145 a 200 cm). Como se ve la oscilación de medidas y las variaciones mencionadas conducen a una compleja situación.

16 Vitrubio Polión, Marco, *Los Diez Libros de Arquitectura*. Ver entre las numerosas reediciones, la Edición Facsímil no venal de los Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Prensas Gráficas Summa, Oviedo, 1974, de la edición de Joseph Ortíz y Sanz de 1787, Madrid.

El texto original de Vitrubio nos es desconocido. La copia más antigua o manuscrito Harleiano 2787, se conserva en el British Museum de Londres y data del siglo IX. Es una copia redactada en el monasterio de Fulda entre 838-842.

17 Conant, Kenneth John, *Arquitectura carolingia y románica 800/1200*, o.c., pp. 57-61. Ver una mejor reproducción del plano en: Barral i Altet, Xavier, *La alta Edad Media. De la antigüedad tardía al año mil*. 1998. Edt. Taschen, pp. 152-153.

18 La carencia en el plano de los grosores de muros y pilares, dificulta gravemente su correcto replanteo en obra. Tal parece que su dimensionamiento debe ser conocido por el maestro que recibe este tipo de plano, como los métodos para establecer los alzados, la naturaleza y secciones de sus elementos estructurales.

19 Conant, Kenneth John, *Cluny. Les églises et la maison de chef d'ordre*. Cambridge, Massachusetts, The Mediaeval Academy of America, 1968.

Ya Euclides, quizás recogiendo textos anteriores, en su obra *Los Elementos* (Libro VI), trata de un tipo de relación proporcional: «(...) la división en relación de medios y extremos (...)», que adquirirá un enorme prestigio. Tal parece que la primera traducción del texto de Euclides se produce en 1120, lo que no implica su desconocimiento anterior, ya lo hemos visto citado como referencia aconsejada al arquitecto del palacio de Teodorico (491-526) en Rávena[20]. Luca Pacioli la llamará en el siglo XVI la divina proporción y entre 1826 y 1835 se empezará a denominar como la sección áurea[21].

Es esta una relación proporcional que se establece al dividir en dos determinadas partes un segmento dado, que cumplen la condición de que el segmento total es al mayor de los obtenidos, como éste es al menor, e igual a su vez a un número real: 1,6180339887... (1,618...).

A x--------x--------x C   AC/AB = AB/BC = 1,6180339887... (1,618)
B

En el propio texto de Euclides se efectúa la aplicación de esta relación proporcional para la construcción de figuras geométricas sencillas, como el rectángulo, pentágono, tetraedro, el hexaedro o cubo, el octaedro, el icosaedro y el dodecaedro asimilable a la esfera (Figs. 1 y 2). Es aún, y pese a la referencia anteriormente expuesta, objeto de controversia si el conocimiento de la obra de Euclides es posterior o no a la época románica. En cualquier caso es un excelente ejemplo, bien conocido, del tipo de relación numérica de orden proporcional del que trato.

A partir de este tipo de relaciones proporcionales, era inmediata su extensión a las figuras geométricas sencillas, como el propio Euclides explica, y de estas a otras más complejas, de modo que entre ellas seguía siendo posible continuar estableciendo este tipo de relación proporcional que fue considerada como perfecta.

El triángulo equilátero parece que fue otro tipo de elemento geométrico que se sitúa en la raíz de no pocos trazados de plantas, alzados y secciones[22], como lo fue el cuadrado. Por tanto el prestigio de este tipo de relaciones proporcionales y geométricas no podía ser mayor. Su utilización para la composición del proyecto requería unos profundos y antiguos conocimientos de geometría y aritmética al alcance de muy pocos y su utilización sólo podía conducir a figuras, plantas, secciones, alzados y volúmenes, considerados poseedores de la más acertada proporción y belleza. La gloria de Dios se manifiesta así en la iglesia construida por medio de éste o similares sistemas proporcionales para su trazado y composición.

Como hemos visto, este tipo de trazados existió, al menos en los edificios importantes. Aunque su verificación con un cierto carácter generalizable que nos permitiría comparar y

20 Ver supra, nota 10.

21 Pacioli, Luca, *La divina proporción*, Ediciones Akal, Madrid, 1987. Es a partir de la fecha expresada en que comienza a aparecer la denominación «sección aúrea».

22 Viollet le Duc, E., *Entretiens sur l'architecture*, o.c.

establecer las necesarias relaciones a estudiar para establecer teorías razonables, es una cuestión aún por abordar con seriedad y rigor, que se torna mucho más compleja y difícil como consecuencia de las continuas modificaciones a que se han visto sometidos estos edificios. Cuestión a la que hay que añadir, que en pocos casos el levantamiento de los planos del estado actual de un edificio se ha efectuado con los medios necesarios que aseguren una exactitud total con el modelo que se reproduce, introduciéndose en aquella elaboración no pocas medidas aproximadas y no coincidentes exactamente con la realidad. Una pequeña iglesia rural, no podía acceder a estos prestigiosos maestros y sus trazados se correspondían con soluciones más sencillas y esquemáticas, sino se tenían que acomodar al reducido e irregular espacio disponible del terreno.

Algún sector de la investigación nos propone estudios en los que las plantas, secciones y alzados de estas iglesias se corresponden bien con trazados reguladores, en base al cuadrado, al triángulo o al círculo. Pero más allá de estas serias propuestas, en ningún modo debemos confundir todo esto con algunos de los oportunistas, inexplicables y adaptables trazados geométricos que se nos proponen en algunas ocasiones sobre las plantas, alzados y secciones de iglesias existentes; tratando por todos los medios de que aparezca sobre ellas un sistema de traza reguladora. En estos casos podemos ver círculos, pentágonos, triángulos y todo tipo de figuras, que cuando no se adaptan a lo construido se alternan, se fuerzan y disponen sin pudor alguno para tratar de conseguir y justificar torpemente lo que se pretende.

En cualquier caso, una vez «redactados» estos planos, el maestro responsable de la ejecución de la obra, tenía la capacidad necesaria para dimensionar sus elementos estructurales y construir el edificio, ajustándose a la disponibilidad de los materiales existentes en el entorno más o menos inmediato y a la economía establecida. Le era preciso concretar y construir la sección de las plementerías de las bóvedas, arcos, pilares, columnas, muros, contrafuertes... y nuevamente eran reglas proporcionales o geométricas las utilizadas para ello.

La investigación acuerda denominar a este conjunto de reglas sencillas y fácilmente manejables por canteros, maestros albañiles y carpinteros, como «Geometría Fabrorum». Recordaré la más difundida regla a la que se le concede una «tradición medieval» (Fig. 3), para encontrar el ancho del pilar o muro que ha de soportar un arco, regla que aparece transcrita en numerosos tratados y textos[23]. Es fácil de entender, a partir del contenido de esta regla, que si el arco es más rebajado el ancho del estribo resultante será mayor y menor si el arco es apuntado. Pero como es notoriamente sorprendente, la determinación del ancho del muro según la regla expuesta es sólo función de la geometría del arco y de su luz, no del peso propio del arco, ni de las cargas que ha de soportar y transmitir ese arco, ni de la composición y materiales del muro o del arco. Más adelante volveré a esta cuestión.

23 Huerta, Santiago. *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. 1ª Ed. 2004, Instituto Juan de Herrera y otros, p. 141. La regla se publica por primera vez en tratados del siglo XVI-XVII.

Como hemos visto, conocemos trazados simples para establecer el ancho del muro en función de la luz y geometría del arco, trazados que por extensión se aplicaron a la determinación del ancho de los estribos necesarios para bóvedas de medio cañón y cañón apuntado[24], con generatrices correspondientes a estos arcos.

Ya en época gótica nuestra información es algo mayor. El Álbum de Villard de Honnecourt[25], es de fecha ya posterior al periodo que estudiamos, hacia 1235. Nos ha llegado incompleto y en él podemos ver en las láminas que hacen referencia directa a asuntos relacionados con la construcción, croquis que explican oscuramente con breves y dificultosos textos autógrafos de acompañamiento, la resolución de problemas geométricos para el trazado de arcos, la labra de fustes, dovelas, sillares, y algunos otros métodos igualmente oscuros en su interpretación para la medición de elementos lejanos y algunos replanteos. No es fácil sustraerse ante la contemplación de estas láminas a la idea de que Villard ha pasado «a limpio» y de forma agrupada, notas que ha tomado previamente. Pero de forma que en los croquis, escuetos y sencillos, como en las pequeñas notas que incorpora a cada uno de ellos, expone unas pautas a modo de recordatorio, difíciles de interpretar, como si las hubiera dibujado y escrito para su uso personal sin dar demasiadas aclaraciones al respecto, que no convenía explicitar.

En algunos de los libros de maestros de obras o Werkmeisterbücher, del gótico tardío alemán, se trata sobre «la medida del coro»[26], que establece las secciones a disponer de los distintos arcos, bóvedas, muros, pilares y contrafuertes, en función de la luz o ancho del coro o presbiterio. De fechas similares son las colecciones de planos o Lienzos de Reims, Estrasburgo y Viena, los Estatutos de Ratisbona, los dibujos de la torre de Friburgo de Brisgan o los tratados de Roriczer, Schmuttermayer o de Lechler. Pero dado que ya son de época tardía, no entro aquí en ello. Incluso aún en 1738, Genaro Briguz, en su Tratado de Arquitectura Civil, Libro II, Prop. VII, establece el ancho del muro y las dimensiones del contrafuerte, en función del ancho del tramo cubierto por la bóveda, aunque ya sí al menos de su naturaleza, cantería o ladrillo.

Fundamentalmente, salvo el Plano de Saint Gall, los textos de Raoul Glaber, lo que nos llega de la intervención de Guillermo de Volpiano en Saint Benigne de Dijón, algunas noticias sobre la intervención de Guillermo de Sens en Canterbury que nos transmite el monje Gervasio y algún otro documento escrito o dibujado con contenidos muy parciales o fragmentarios, muy poco más nos ha llegado relacionado claramente con estas cuestiones relativas a la construcción en este periodo románico. Aquellos imprescindibles «planos» trazados por el

24 Se entiende a efectos de cálculo, que la bóveda es una serie infinita de arcos.

25 Honnecourt, Villard de, *Album*. 2ª Ed. Facsímil, 1976, Léonce Laget, Editeur. Es una puesta al día sobre el manuscrito de Lassus, J.B.A., por Darcel Alfred. Ver en este texto sobre todo las planchas o láminas XXXVIII a XL y los textos críticos que se acompañan; Castro Villaba, Antonio, *Historia de la Construcción Medieval. Aportaciones*. 1996, Edicions UPC, p. 145.

26 Huerta, Santiago, *Arcos, bóvedas y cúpulas. geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica,* o.c., pp. 151-166.

arquitecto proyectista se han perdido. No deja de ser esta una enigmática cuestión. Bien que conocemos que la dificultad de encontrar pergaminos implicaba su reaprovechamiento e incluso su uso para la obtención de colas.

Pero desde el conocimiento de la profesión del arquitecto se hace imposible comprender, que sin estos documentos transmitidos a quienes tenían que construir, se pudiera progresar razonablemente en la construcción de una iglesia con la gran complejidad que se nos muestra en la mayor parte de los casos. La noticia reciente del descubrimiento de un plano fechado hacia mediados del siglo XV, de la planta completa de la Catedral de Sevilla[27], aunque para fechas más recientes, abunda en este criterio

Pero en ningún caso de entre los hasta aquí descritos, se trata de otra cosa que de relaciones numéricas, proporcionales o geométricas. Ni una sola vez podemos entrever algún concepto que considere o trate de cuantificar una carga, peso o empuje, y lo relacione con la sección adecuada para resistirla, ni con la capacidad resistente del material, ni con ningún concepto relacionado con una tensión. Tal parece que se aplicaban estas reglas a distintos tipos de fábricas, sea cual fuese su naturaleza y composición, disponiendo una determinada «masa» de fábrica definida en su disposición en el espacio y en la geometría de su sección, como consecuencia de la aplicación de aquellas normas. Es necesario esperar a Galileo y sus Discursi[28], publicados en 1638, para conocer la exposición de fundamentales problemas sobre no pocos aspectos relacionados con la tensión de rotura, los conceptos de flexión, o problemas relacionados con la gravedad y la caída de los cuerpos.

Esta parece ser la realidad. Esas reglas, producto de una larga y contrastada experiencia, eran el instrumento válido para la construcción segura de la estructura. Las dimensiones así establecidas de los elementos constructivos eran correctas y garantizaban la estabilidad, con la condición de que la construcción y disposición de los mismos siguieran los trazados geométricos establecidos. Trazados que buscaban disponer esos elementos en el intuido y no bien conocido camino que los empujes y pesos implicaban, para estribarlos con la mayor eficacia y transmitirlos a los cimientos y al terreno. Será a partir del siglo XVII y XVIII cuando aparezcan los conceptos de carga de rotura, tensión y deformación, a partir de los que se establecerán los desarrollos posteriores y los enormes progresos que han conducido a la situación actual.

Tal parece que el maestro que asumía el «proyecto» de un edificio, elegía una unidad de medida conocida y en uso en el lugar donde se iba a construir, para con ella como base, establecer un módulo a partir del cual componer la traza. Pero el módulo y las proporciones que a partir de él se asignaban a la planta eran números o relaciones numéricas. Era conveniente transponerlas a figuras geométricas sencillas con las que dibujar y componer los trazados reguladores que conformaban el edificio. La transposición de las proporciones numéricas

27 Ruiz Mantilla, José Luis, «El secreto del gran templo». *El País*, 13/VI/2008, p. 45.

28 Heyman, Jacques, *La ciencia de las estructuras*, o.c., Cap. 4.

basadas en esas unidades de medida a trazados geométricos facilitaba los trabajos de replanteo, desarrollo y control de la obra.

Una vez confeccionados esos «planos», el maestro los trasladaba sobre el terreno, aplicando reglas de carácter geométrico que trasladaban las proporciones del plano redactado a pequeña escala, al trazado real del edificio a construir. El dimensionamiento de los elementos estructurales del edificio se realizaba con la utilización de nuevas reglas proporcionales y numéricas. Un proceso y unos conocimientos complejos y sólo al alcance de unos pocos «(...) Las reglas del gótico eran tan complicadas que ninguno que no hubiera estado sometido a un largo aprendizaje y años de práctica podía dominarlas; por el contrario, las reglas de Vitrubio eran tan fáciles de comprender que incluso los obispos podían entenderlas y los príncipes probar su habilidad realizando sus propios proyectos (...)». Tales son las palabras de Harvey (1958). Transcritas por Jacques Heyman[29].

Como se ve, poco sabemos. La importancia del número, de los conceptos numéricos, el establecimiento de «la gran medida, la medida cierta o módulo», aparecen como decisivos y en la base del posterior desarrollo proporcional o geométrico de estas reglas o normas. Por otra parte sabemos por los casos en que se han comprobado las tensiones de trabajo a que estaban y están sometidos los elementos estructurales, que salvo en ocasiones excepcionales, estas eran muy bajas. Sobre todo si se comparan con las tensiones de trabajo a que hoy sometemos a nuestras estructuras. Este hecho está en la base de la conservación de las estructuras antiguas que han superado desastres y destrucciones.

Pero de forma relevante se manifiesta con la aplicación y solvencia de estas normas, que es la correcta disposición geométrica en el espacio de los elementos estructurales, ajustados en sus dimensiones a las reglas de aplicación, el eje conductor de los sistemas estructurales construidos. Todo ello tras continuas experiencias fallidas o no, con sus correcciones y ajustes posteriores. Un camino continuo y progresivo que se transmite oscuramente de maestro a aprendiz.

No obstante, el éxito ha sido el resultado final de todo ello. ¿Qué edificio de los que ahora construimos será capaz de resistir en pie sin afecciones graves durante tantos siglos, como tantas de estas iglesias han superado? Ese largo paso del tiempo es el mejor aval sobre la eficacia de la aplicación de esas normas y de los conocimientos que el constructor antiguo poseía. Conocimientos que son producto de una larga experiencia que se transmitía de maestro a aprendiz con sigilo y secreto. En fechas muy posteriores y en el Estatuto de Ratisbona, se especifica claramente la prohibición a los componentes del gremio de «(...) enseñar a nadie (...) cómo extraer el alzado de la planta (...)». No interesaba fomentar la competencia. Y así, los gremios que agrupaban a los distintos maestros, piedrapiqueros y componentes de las cuadrillas, vigilaban escrupulosamente el acceso de los nuevos miembros y controlaban la enseñanza de estas disciplinas que debían ser asimiladas poco a poco, superando con trabajo y paciencia los distintos grados establecidos.

29 Heyman, Jacques, *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*, o.c., p. 5.

1.4. SOBRE LOS INSTRUMENTOS DE REPLANTEO Y MEDICIÓN

Con respecto a la transposición de los contenidos del plano al terreno, tampoco es mayor nuestra información. Los instrumentos utilizados por Roma para lograr replanteos y trazados topográficos de la complejidad y extensión que Roma desarrolló, no pudieron ser olvidados totalmente. De entre ellos la groma, instrumento para el establecimiento de alineaciones perpendiculares entre sí y el corobate, para nivelaciones horizontales[30], aún en formas simplificadas quizás se siguieron utilizando.

La cuerda llamada de los doce nudos, trece si no conformaba un anillo cerrado, descendiente de la cuerda de medición egipcia[31], era un instrumento de medición y trazado de figuras sencillas aún utilizado en época medieval. Estaba formada por una cuerda resistente e indeformable en la medida de lo posible, con la que se podían configurar figuras geométricas sencillas. Presentaba doce tramos a una distancia igual entre los nudos, de forma que cada tramo se hacía corresponder con la longitud de medida seleccionada. La caña (virga o pértica), también utilizada en Egipto[32] y de la que habla también Ezequiel, era un instrumento de medición que incorporaba en ella unidades de medida y servía para medir longitudes y alturas moderadas.

Con la utilización de la cuerda de doce nudos, se podía trazar también sobre el terreno el rectángulo de oro (Fig. 4), que con sus combinaciones podía producir trazados de planta y alzados poseedores de las mismas virtudes de la proporción áurea. De forma que con ella era posible trazar líneas paralelas y perpendiculares, triángulos, cuadrados, rectángulos y componer figuras más complejas, que sirvieran para trazar la trama reguladora, así como efectuar mediciones.

Tenemos referencias sobre la utilización de otros instrumentos. Ya hemos hablado de la caña o vara, que serviría para mediciones cortas. Las alineaciones de muros, ejes de columnas o pilares, una vez trazadas, se mantendrían en obra con estacas o camillas exteriores de referencia, que con cordeles se materializarían cuando fuese necesario. El compás de pequeño o gran tamaño, también era utilizado para trazar arcos de apoyo al trazado general, dividir ángulos y servirse para el trazado de figuras poligonales complejas. La escuadra de hierro

30 Adam, Jean Pierre, *La construcción romana. Materiales y técnicas*. Editorial Los Oficios, León, 1996. La groma era un instrumento para trazar alineaciones en ángulos rectos, formado por un mástil y una cruceta en su extremo superior con plomadas para establecer su verticalidad y la corrección de la orientación de la cruceta, que con sus puntos de mira permitía establecer las alineaciones. El corobate era una mesa con niveles de agua y puntos de mira para establecer nivelaciones horizontales.

31 Honnecourt, Villard de, *Album*, o.c., Ver la parte inferior de la Lámina XXXIX y texto de acompañamiento. Lo aquí expuesto se complementa con la Lámina XXXVIII, sobre la medición de distancias lejanas. Croquis dibujados a la derecha del tercer grupo de dibujos dispuestos horizontalmente.

El rectángulo áureo se configuraba uniendo los extremos de la cuerda y configurando un triángulo con tres tramos en el cateto vertical, cuatro en el de base y cinco en la hipotenusa. Esto era la traslación del teorema de Pitágoras, que como es sabido es de mayor antigüedad a Pitágoras, ya que se refleja en alguna tablilla mesopotámica.

32 Smith Graig, B., *Guiza. Cómo se construyó la gran pirámide*, o.c.

reforzaría el trazado de ángulos rectos, aunque su mejor utilización estaba en la talla de sillares. Los instrumentos de nivelación como la escuadra triangular calibrada con plomada en su vértice y los desconocidos niveles de agua también tuvieron que ser utilizados para el establecimiento y comprobación de planos y alineaciones horizontales. Como para la comprobación de la verticalidad de los planos se utilizó la sencilla plomada y la escuadra.

En algunos lugares se conservan dibujos a escala real, como en Grecia, de partes de los elementos estructurales, basas o similares, como referencia y modelo en la talla de las piezas de piedra. Citaré el caso de la abadía cisterciense de Noirlac (Fig. 5. Berry, Francia, siglo XII), donde se conserva la planta a tamaño natural de la sección de un pilar compuesto, incisa en el paramento de un machón del claustro.

Conocemos también, gracias a las recientes investigaciones, que para el diseño de las armaduras de madera que sustentaban las cubiertas de los edificios románicos, se utilizaron tramas de base. Eran trazados modulares de mallas cuadradas o de rombos, que sirvieron para posicionar las piezas de estas armaduras, posicionamiento que se trasladaba a su lugar en la cercha con un críptico leguaje inscrito en ellas. Tramas que evolucionan ya con la llegada de la arquitectura gótica a otras con complejos trazados de círculos interseccionados.

Se conservan varas de medida esculpidas en piedra en lugares de acceso público, para servir de referencia y comprobación. Entre ellas, citaré la existente en el pórtico sur de la catedral de Jaca (Huesca, España), llamada «vara jaquesa». Otra vara está en un machón de la arquería de la planta inferior de una casa de la plaza mayor de Sos del Rey Católico (Huesca, España), ambas son de reconocida cronología medieval.

En cambio no conocemos instrumentos para el establecimiento de trazados en altura, imprescindibles por otra parte. En el Albun de Villard de Honnecourt, ya del siglo XIII, podemos ver dibujada una figura en la que un operario mediante una plantilla triangular colocada verticalmente y mediante su hipotenusa, lanza una visual a la coronación de una torre para determinar su altura. Pero poco más. Es este nuestro nivel de conocimiento, que espera de la arqueología y de la investigación mayores y mejores informaciones.

1.5. LA TEORÍA ELÁSTICA Y LA TEORÍA PLÁSTICA

La geometría... Es quizás esta la palabra clave, la frase escrita por Jacques Heyman, y bien resaltada por Santiago Huerta «(...) La clave para la comprensión de las fábricas hay que buscarla en un correcto entendimiento de su geometría (...)»[33], es decisiva. Aquella disposición geométrica de los elementos estructurales que se disponían en las fábricas antiguas si-

33 Heyman, Jacques, *El esqueleto de piedra*, o.c., p. 175. Esta es la frase final con que finaliza el texto del magnífico trabajo de Jacques Heyman, y que Santiago Huerta resalta al final también de su prólogo a este texto.

guiendo el «intuido camino» de los pesos y empujes de que he hablado anteriormente, la «forma correcta», hoy sabemos que era fundamental.

Hasta hace pocos años, los arquitectos nos hemos formado en lo relativo al conocimiento estructural según los tradicionales principios de la llamada Teoría Elástica. Siguiendo esos principios hemos proyectado y construido estructuras seguras y estables, de forma que con nuestros cálculos esperábamos conocer el estado real de las tensiones en la estructura estudiada y en función de ello, proyectarla.

Pero los estudios realizados por Roger Giman en 1920, sobre los efectos de los bombardeos en las catedrales de Reims y Soissons; Victor Sabouret en 1925, sobre las bóvedas de crucería y la función estructural de sus «nervios» o arcos diagonales, y Pol Abraham en 1934, sobre la teoría de la racionalidad de la estructura gótica de Viollet le Duc, que critica con fundamento, fueron culminados por Jacques Heyman en su obra publicada y recientemente reeditada, abriendo un nuevo camino para el estudio de las estructuras desde una nueva teoría, la Teoría Plástica.

Esos estudios, fueron motivados por la importante difusión de las estructuras de hierro, y no dejaron de observar que tras los bombardeos y destrucciones de las últimas guerras en Europa, numerosas bóvedas de crucería que habían perdido sus arbotantes, partes importantes de sus arcos y aun de su plementería, seguían en pie. Conocemos hoy gracias a ellos que las plementerías que no habían sido afectadas en grado importante eran por sí solas capaces de mantenerse con estabilidad, bien que con una importante disminución de su seguridad. Especialmente Jacques Heyman aplicó estas investigaciones a la obra de fábrica, de la que se deriva su aplicación a las estructuras antiguas.

Y así, comprendemos que nuestros anteriores cálculos de estructuras eran correctos desde el punto de vista de la seguridad y de la estabilidad, pero que los hipotéticos estados reales de tensiones que esperábamos no eran tales. Son casi infinitos los estados de tensiones que afectan a una estructura, y que dependen de una serie de factores de difícil determinación que hacen imposible conocer el estado real de tensiones en un momento dado «(...) la estructura está estáticamente indeterminada (es hiperestática). Hay muchos estados de equilibrio posibles, es decir, la estructura es capaz de soportar sus cargas de muchas maneras, y para determinar el estado real, el análisis requiere más información (...)»[34] información que en muchos casos es casi imposible obtener.

Porque en una estructura dada el estado de tensiones a que está sometida puede variar, (el público trasladándose de un lugar a otro, las acciones variables del viento, de vibraciones o movimientos sísmicos tolerables por la estructura, de los asientos admisibles de la cimentación, de los pequeños e imperceptibles giros o asientos de los elementos estructurales, etc...). Aspectos todos ellos que se dan de forma ocasional y diferidos en el tiempo y con los que

34 Heyman, Jacques, *El esqueleto de piedra*, o.c., p. 9.

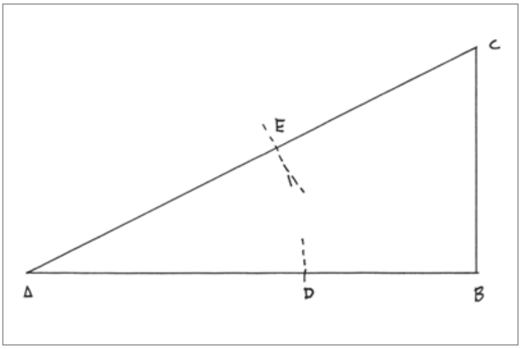
ciertamente en nuestros cálculos tradicionales «contábamos» exitosamente para nuestros cálculos por medio de coeficientes de aplicación. Pero es cierto también que esta breve enumeración de situaciones pone claramente de manifiesto que nuestro pretendido estado real de tensiones era irreal.

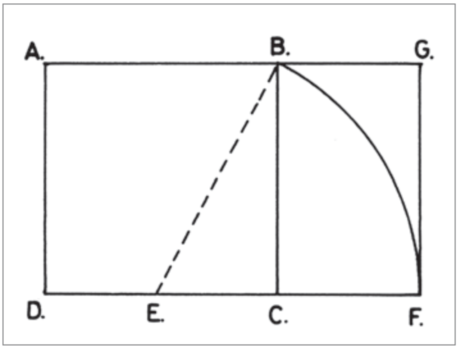
Es por tanto, a partir de los años centrales del pasado siglo (cómo pasa el tiempo), cuando empieza a forjarse y a crecer una nueva teoría, la Teoría Plástica. No trataré en este trabajo de ella más que superficialmente y en lo que afecta de forma más importante al objeto de nuestro estudio. Los textos relacionados en las notas, sobre todo del Profesor Heyman y Santiago Huerta, entre otros, son imprescindibles para un correcto conocimiento de este asunto. La Teoría Plástica nos abre un campo más amplio, más profundo y ajustado a la realidad del conocimiento estructural que el que nos ofrecían los principios basados en la Teoría Elástica. Nos proporciona los medios científicos necesarios para un mejor conocimiento, dimensionamiento y proyecto de nuestras estructuras, ya claramente hiperestáticas, teniendo en cuenta aquellas indeterminaciones de que hablábamos, mediante «(...) las ideas, Teoremas del Análisis límite y de la Teoría Plástica (...)».

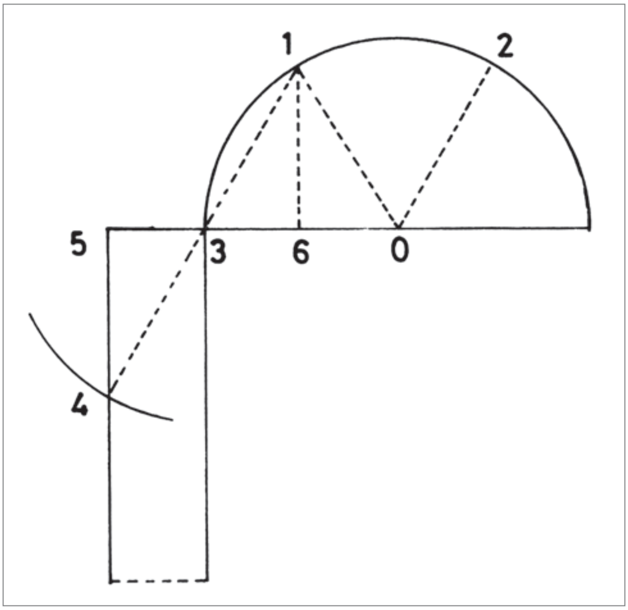
De forma muy esquemática se puede decir que, si se conoce el estado de tensiones de una estructura sometida a un estado de cargas dado en su estado último de colapso, cualquier estado de tensiones en esa estructura por debajo del mismo en todos sus puntos, no provocará ese colapso. Es obvio que si el estado de tensiones existente en esa estructura es notablemente inferior, la seguridad será aún mayor. En palabras de Jacques Heyman «(...) lo único que debe hacer un ingeniero estructural, al proyectar una estructura, es asegurarse de que la estructura puede mantenerse en pie; si puede, entonces lo hará (...)»[35]. Aunque naturalmente, es imprescindible hacerlo con márgenes de seguridad adecuados a este respecto.

No implica la Teoría Plástica la anulación de la Elástica, sino su natural prolongación, de modo que su aplicación a las estructuras de fábrica efectuada por Jacques Heyman a partir del año 1960, nos ofrece una buena comprensión de las estructuras antiguas. No voy a extenderme más, Los textos que se incluyen en las notas a pie de página abundan de forma brillante sobre todo ello.

35 Heyman, Jacques, *El esqueleto de piedra*, o.c.

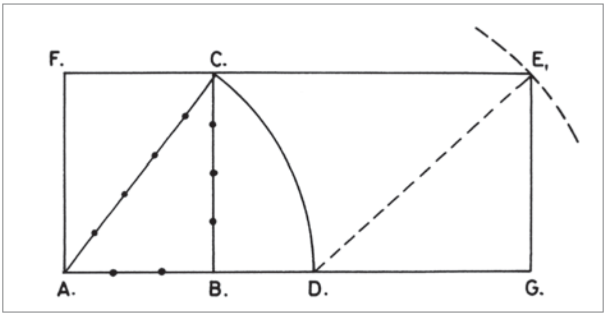






Figs. 1, 2 y 3. Arriba izquierda. DIVISIÓN DE UN SEGMENTO EN SUS SECCIONES ÁUREAS. Sea AB el segmento de longitud a. En B levantar una perpendicular a = AB/2. Unir C con A y desde C trazar el círculo de radio CB obteniendo E, desde A trazar el círculo de radio AE obteniendo D, Queda así divido el segmento en partes proporcionales que siguen la sección áurea. **Arriba derecha.** TRAZADO DEL RECTÁNGULO ÁUREO A PARTIR DE UN CUADRADO. Con centro en E, punto medio del lado DC, abatir sobre la prolongación de DC el punto B , encontrando F. Prolongar AB hasta la vertical trazada por F. El rectángulo ADFG, es un rectángulo áureo. En el que AG/AD, mantiene la sección áurea y el rectángulo BCFG, es un rectángulo áureo. **Abajo.** REGLA CITADA EN EL TEXTO. Se divide el arco, en este caso semicircular, en tres partes. Para ello se trazan ángulos de 60º desde el centro de curvatura del arco. Para encontrar el ancho del muro necesario para estribar el arco representado, se une el punto 1 con el arranque inmediato del arco 3 y sobre esa alineación, con centro en 3 se traza el arco 3-1, que corta en 4 a esa alineación. Levantando en 4 una perpendicular, se determina el punto 5, en su intersección con la línea de imposta del arco. la anchura del estribo es 5-3. Determinado el ancho del estribo, el del otro lado es, naturalmente igual y simétrico. Esta es la citada por Francois Derand en *L'Architecture des voûtes*, Paris, Sebastian Cramoisy, 1643. Y aún antes en forma mucho más simplificada, por Ginés Martínez de Aranda, *Cerramientos y trazas de montea*.

Dibujos: Roberto Benedicto. 2007.





Figs. 4 y 5. Arriba. TRAZADO DEL RECTÁNGULO ÁUREO CON LA CUERDA DE DOCE NUDOS. Configurando con la cuerda de doce nudos un triángulo rectángulo ABC, de modo que sus catetos tengan 3 y 4 partes, la hipotenusa tendrá 5. señalar los puntos A,B y C en el terreno. Abatir C desde A sobre la prolongación de AB en D. Trazar el rectángulo AFC con la cuerda, de forma que su hipotenusa coincida con la del triángulo anteriormente trazado. Prolongar la línea FC, que es paralela a la AB. Con centro en D y radio de seis nudos de la cuerda, cortar en E la prolongación de FC. El rectángulo BCEG, es un rectángulo áureo**. Abajo.** ABADÍA CISTERCIENSE DE NOIRLAC (Berry, Francia, siglo XII). Plantilla incisa en el paramento interior de un machón de ángulo del claustro, reproduciendo a tamaño natural la planta de un pilar compuesto. Bien que algún autor dice que se trata de arcos no realizados.

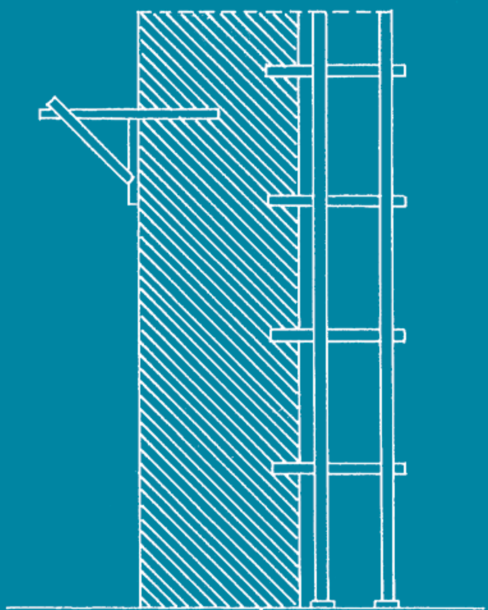
Dibujo: Roberto Benedicto 2007. Foto: Roberto Benedicto y J. Antonio Duce. 2014.

CAPÍTULO 2

LA PLANIFICACIÓN DEL TAJO.

OBRAS PREVIAS.

CANTERAS
Y MEDIOS AUXILIARES



2.1. OBRAS PREVIAS. EL TERRENO Y LA DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN

La primera cuestión a comprobar y resolver, es la de conocer la naturaleza del terreno sobre el que se va a construir. Ese terreno, como se verá en el siguiente capítulo, en buena parte de las ocasiones no se podía elegir, era obligado construir sobre él, y el maestro debía afrontar y resolver los problemas que planteaba para adecuar su sistema de cimentación y conseguir la estabilidad de su estructura.

Las circunstancias que puede presentar un terreno desde el punto de vista geológico y resistente pueden ser muy variables; el terreno puede ser roca, con lo que los cajeos son dificultosos; puede ser francamente malo, o presentar situaciones en que ambos aspectos se combinan. Además de esto, en el lugar previsto para la construcción puede existir una edificación anterior que se ha de demoler total o parcialmente; o que ya haya desaparecido conservando sus subestructuras y cimientos bajo la rasante del terreno, susceptibles o no de reutilización, el caso de la catedral gótica de Chartres, que se cimenta en buena parte sobre las subestructuras de la anterior iglesia románica de Fulberto es claramente definitorio al respecto; puede ser preciso para obtener la superficie necesaria de terreno la demolición de casas construidas con la ocupación o modificación de calles existentes; el terreno puede ser sensiblemente llano o presentar pendientes y desniveles de consideración; puede estar además en el límite del casco amurallado de la población, existiendo la necesidad de que la zona a ocupar se proyecte sobre una ladera, siendo imprescindible en estos dos últimos casos la construcción de subestructuras, plataformas más o menos extensas de apoyo, muros de contención con drenajes o acondicionamientos similares, que en algunos casos se aprovechan para disponer criptas. En fin, un complejo conjunto de situaciones que obligan a la resolución de problemas previos que pueden ser de envergadura y coste notable y que deben ser planificados y resueltos antes del inicio de las obras, cuya existencia vemos reflejada en los propios edificios siendo situaciones como estas muy numerosas, que se supieron resolver con eficacia.

Si por simplificar las cosas partimos de una situación más normal, podemos establecer un proceso. Pese a la ocasional experiencia anterior obtenida de la naturaleza y respuesta del terreno en edificaciones próximas, si ésta es constatable, el constructor no tomará esto sino como un dato más. Deberá abrir pozos o zanjas en el terreno para conocer directamente la naturaleza y potencia de los estratos, debiendo extender estas catas a las necesarias partes del terreno de forma razonable, para determinar si lo que ve presenta una adecuada continuidad o no; debe comprobar el nivel freático de las aguas del subsuelo; en zonas urbanas debe comprobar razonablemente si existen bodegas o huecos en el terreno. En fin, ha de proveer todos los medios disponibles para conocer la naturaleza y composición del terreno para poder diseñar el sistema de cimentación adecuado.

No sólo esto, en nuestra actual experiencia profesional, nos encontramos con muchos casos en que la naturaleza del terreno con presencia notable de yesos, sulfatos, arcillas expansivas o la presencia de agua a niveles de nuestras cimentaciones, etc., son origen de graves y numerosos problemas de agresividad a nuestros hormigones, del levantamiento expansivo del terreno y de serias infiltraciones de humedad en nuestros edificios. Problemas que en algunas ocasiones son complejos en su resolución y nos obligan a costosas soluciones de cimentación. Todo ello debió ser previsto y solucionado por el constructor antiguo, con claro éxito en la casi total generalidad de los casos.

Es este último, otro asunto que me sigue sorprendiendo y que no puedo explicar. Pongamos el caso, entre tantos, de Calatayud (Zaragoza, España). Allí la agresividad del terreno a nuestros hormigones y la generalizada e importante humedad ascensional, son hoy un serio problema para afrontar el correcto diseño de cimentaciones. Pero uno puede ver que sus monumentos antiguos, afectados más o menos hoy por estas situaciones, han llegado en pie y sin las graves afecciones, que tan largo periodo de tiempo les hubiera tenido que inferir forzosamente. Una nueva construcción las acusaría muy pronto si su cimentación se hubiera diseñado de forma errónea. Es éste un ejemplo, entre tantos, que nos muestra el magnífico conocimiento experimental del constructor antiguo sobre estas cuestiones.

Una vez determinado el sistema de cimentación a construir, será preciso eliminar las capas superficiales alteradas, nivelar el terreno y proceder a un primer replanteo del edificio como base para el de los cimientos, marcando sobre el terreno el ancho de las zanjas y zapatas a abrir para los cimientos y construyendo, según lo expuesto en el siguiente capítulo, ese sistema de cimentación que debe presentar sus planos de apoyo superiores perfectamente horizontales y de acuerdo con los niveles y rasantes previstas.

Por otra parte, como se estudia en el siguiente capítulo, el aprovechamiento de cimentaciones y subestructuras anteriores no fue infrecuente, como la reutilización de materiales de edificios pre-existentes relativamente cercanos.

Finalmente recordaré que para cualquier tipo de obra, su entorno debe ser objeto de una planificación en función del tipo de construcción. Deben construirse hornos de cal y yeso que tendrán una producción continua, disponiendo las necesarias áreas de apagado y conservación; deben determinarse los lugares de extracción de los áridos, de su depósito y conservación adecuada; los destinados a la confección de las distintas argamasas a suministrar a los tajos; de almacenamiento de materiales; de confección de los elementos de madera de las cimbras, plataformas, grúas, andamios y sogas; los lugares para el trabajo de los canteros, y el trazado de arcos para el establecimiento de las medidas reales de las dovelas y su talla; igualmente para el trazado de las armaduras de las cubiertas y el corte de sus elementos; la forja para la confección de clavos, herrajes y reparación de las herramientas; la evacuación de los escombros; las zonas de acceso a los tajos y acceso de materiales; espacios para los distintos tipos de «grúas»; estancias para el trazado de las plantillas y los «documentos» de trabajo necesarios; cocinas y lugares para albergar a los operarios, etc... Como siempre ha sido necesario. Es decir una previa

planificación de intendencia de la obra, que en lugares con poco espacio disponible o en grandes obras, puede representar una seria complicación.

2.2. LAS CANTERAS. EXTRACCIÓN, TRANSPORTE Y TALLA DE LA PIEDRA

Las técnicas de extracción de la piedra no han variado fundamentalmente desde la época romana. Se seguirán explotando canteras bien a cielo abierto o en mina, según la calidad y la situación de la piedra buscada. Lo dificultoso de las operaciones de transporte desde largas distancias que aconsejaba la utilización de las vías fluviales o costeras, primará los lugares de extracción en la proximidad del emplazamiento de la obra a realizar, aunque esto no siempre es posible y no son escasas las noticias que nos llegan sobre extracciones de piedra y transportes efectuados desde notables distancias, en ocasiones «de mas allá del mar»[36]. Los mampuestos pueden encontrarse en el entorno de la obra, y obtenerse en parte de la labra de las piezas principales.

El ladrillo es utilizado en un número apreciable de construcciones románicas. Su utilización es consecuencia directa de la dificultad en encontrar canteras cercanas y de la disponibilidad de arcilla en el entorno próximo, que suele confirmarse por la existencia o noticia de hornos de producción, que normalmente alternan la fabricación del ladrillo y objetos de cerámica para el uso comercial y cotidiano. No nos es nada bien conocida esta producción, que se extiende a las tejas, al principio de formato generalmente romano o próximo a él[37] y que en Francia, parece ser relativamente escasa hasta el siglo XII[38].

Las herramientas utilizadas para la extracción y primera talla de la piedra se han diversificado y perfeccionado. Son todas de hierro con mangos de madera para amortiguar los golpes en el brazo y presentan una relativamente extensa variedad adaptada a los distintos tipos de trabajos a realizar, tanto en las operaciones de extracción de los bloques de piedra y su fragmentación en piezas menores, como en su labra inicial y talla final. Las cuñas, los punteros de diverso tamaño, los barrones de hierro, los martillos y picos con cabezas de una o dos puntas y mangos más o menos largos, son los instrumentos más generalmente utilizados para la extracción de los bloques desde sus lechos de cantera.

El corte de los bloques extraídos en piezas menores, además de con estas herramientas, también se producirá utilizando sierras largas. Tal parece que hay que esperar hasta los pri-

36 Patetta, Lucino, *Historia de la Arquitectura. Antología crítica*. Ed. Celeste, Madrid. Gervasio de Canterbury nos transmite esa noticia, sobre la actuación en esa catedral de Guillermo de Sens. Otros casos se constatan en Saint Philibert de Grandlieu en el siglo IX. En la Torre-Pórtico de Saint Benoit sur Loire construida con piedra de origen Nivernaise y trasladada por barco. Este tipo de transporte se utiliza con mayor profusión a partir de los siglos XIII-XIV (Pierre de Cain, de Tonerre, del «Midi»).

37 Me refiero a la teja romana de *tegulae* e *imbrex*, que pronto sustituye el *imbrex* por tejas de formato análogo a la llamada teja árabe.

38 Bessac, Jean-Claude y otros, *La construction. Les materiaux durs: Pierre et terre cuite*. Editions Errance, 1999.

meros años del siglo XII, en que se producen algunas mejoras importantes en algunos aspectos relacionados con los medios auxiliares y la ejecución de la obra, cuando es posible que la utilización de fuentes de energía alternativas al esfuerzo humano, y en los lugares en que las circunstancias son propicias, se aprovechará la energía hidráulica. Tenemos constancia de su aplicación para mover sierras de corte para cortar mármol (segunda mitad del siglo IV), según nos explica la profesora Graciani,[39] y sabemos que este tipo de energía fue aprovechada, sobre todo en lo cisterciense, para trabajos de forja (Monasterio de Fontenay, Borgoña, Francia, siglo XII). Aunque todo ello es poco significativo, ya que esta es una referencia tardía y en la mayor parte del periodo a estudiar no tenemos constancia fehaciente de estas cuestiones.

Las piezas de piedra a utilizar serán ahora de menor tamaño y peso que en la antigüedad, salvo algunas excepciones como tímpanos enterizos, dinteles o algunos fustes de columnas. Por tanto, ya no es necesario buscar en las canteras lechos de extracción de notable longitud y uniforme altura. A este respecto es conveniente señalar que la altura del lecho de cantera elegido por el cantero es importante. Se ha dicho que esa altura determina la de la hilada en el aparejo a disponer en los paramentos de sillería[40] del muro[41]. Esto parece corresponderse con la realidad en algunos casos, en los que además, se puede notar como estas alturas mantenidas en la misma hilada, se combinan en el paramento del muro con otras hiladas que presentan dos o tres alturas distintas, que según esta idea serían producto de lechos de cantera de distinta altura, con el consiguiente aspecto irregular tan característico de los paramentos. Pero todo esto está aún por definir mejor.

Determinado por el cantero el lecho de piedra a extraer, se señalarán los planos de corte de los bloques, que para facilitar los trabajos y si ello es viable, se harán coincidir con las fendas de los lechos, y sobre ellos se practicarán con punteros de grosor adecuado y golpes de martillos pesados, huecos iniciales en los que se alojarán cuñas de hierro. Estas cuñas se hincaran por golpeo de forma progresiva y más o menos simultánea, hasta que el bloque comience a desgajarse de su lecho, prosiguiendo la labor con barrones de hierro a modo de palancas hasta la extracción total del bloque.

El frente de ataque será el que la situación del estrato ofrezca. Para facilitar los trabajos, la formación de frentes escalonados de ataque es óptima, ya que así existe la posibilidad de actuar simultáneamente sobre el plano frontal y superior del estrato. Una vez extraído el bloque, la experiencia del cantero determinará su destino para la obra a la vista de su calidad, finura y compacidad. Así un bloque se destinará a la obra de los muros y pilares, a fustes de columnas, para la labra de elementos decorativos, losas de pavimentos, etc... La importancia de la elección del tipo de piedra y por tanto de la cantera elegida es decisiva, su compacidad, dureza y porosidad deben de ser las adecuadas a su destino y al tipo de labra que ha de re-

39 Graciani, Amparo, «Los equipos de obra y los medios auxiliares en la Edad Media». En Graciani, Amparo y otros, *La técnica de la Arquitectura Medieval.* Universidad de Sevilla, 2000.

40 Un sillar es una pieza de piedra de medio tamaño con sus caras exterior y laterales planas y bien trabajadas, la fábrica de sillares se llama sillería.

41 Graciani, Amparo, «Los equipos de obra y los medios auxiliares en la Edad Media», o.c.

cibir; especialmente su porosidad puede ocasionar la absorción de humedad, siempre perjudicial. Los fragmentos menores no se desperdiciarán, ya que pueden ser utilizados para confeccionar mamposterías y argamasas ciclópeas para cimientos, núcleos de los muros y situaciones similares.

Se ha tratado mucho sobre la piedra colocada en obra según su situación en el estrato, o verticalmente respecto a ella —a contralecho—. Según esto, la piedra colocada en la misma posición de su lecho en cantera, al haberse estratificado por capas horizontales ante la presión de las capas superiores, respondería estupendamente a las tensiones de compresión a que se ve sometida. Pero se citan numerosas situaciones, sobre todo en la estructura gótica, en que se utilizan piezas a contralecho, y se afirma que esta disposición mejora en mucho la capacidad de resistencia a la compresión de estas piezas (Un ejemplo notorio es el de las columnas compuestas de las naves laterales de la catedral de Nôtre Dame de Paris, con columnitas que rodean una columna central, colocadas a modo de puntales que refuerzan así la columna central de forma ligera y estupenda). No deja de sorprenderme esta afirmación, ya que como he dicho la mejor resistencia a la compresión corresponde a las piezas colocadas según su lecho de cantera.

En la cantera se dividirán los bloques en piezas más pequeñas en función de su destino, produciendo piezas en su forma aproximada, con un volumen algo mayor que el de la pieza final, al objeto de que las operaciones de transporte, carga y descarga no afecten la forma final deseada. Será ya en el tajo donde canteros y piedrapiqueros especializados, verdaderos artesanos de la labra de piedra, confieran a cada pieza su forma final.

Con respecto a los trabajos de talla de las piezas, el pico pequeño, el hacha de uno o dos filos en sus diversas variantes y la sierra corta, son los instrumentos utilizados para el desbaste inicial de las piezas, eliminando en su caso las huellas dejadas por las cuñas y otras operaciones de la extracción y transporte. La escuadra de hierro se utilizará para la talla de sillares y dovelas sencillas, utilizando plantillas. Pero en casos de mayor complejidad, cornisas molduradas, basas, capiteles o elementos análogos, plantillas y contraplantillas guiarán la talla de las piezas a tallar o esculpir. Estas plantillas y contraplantillas serán de trazado ajustado a las formas a reproducir y siempre se construirán a tamaño real. Bien con hierro o con madera dura y compacta. La existencia comprobada de dibujos a escala real de las piezas a tallar será una magnífica referencia para estos trabajos (Fig. 5).

Durante ese proceso de talla, las plantillas y contraplantillas se utilizarán repetidamente para el ajuste y comprobación de los perfiles, como el compás, la regla, la escuadra y la plomada. El martillo y el punzón progresan en la labra de las formas a conseguir y ambos o el cincel y el trépano, se aplican en tareas de terminación de las piezas o a la labra más cuidadosa de capiteles, basas, molduras, etc... Finalmente sobre los paramentos de los sillares destinados a muros, pilares y tambores de columnas, como sobre las dovelas de arcos y bóvedas, se practicarán mínimos trabajos de repaso y terminación de su superficie, bien con hábiles golpes de hacha, punzón o cincel, que confieren a las piezas su aspecto característico (abujardado, corte de hacha, punzonado).

En cualquier caso, la construcción medieval se caracterizará de forma progresiva, porque las piezas destinadas a capiteles, ábacos, basas, cornisas molduras, incluso dovelas, etc... que entran a formar parte de la construcción, se colocan en su lugar perfectamente talladas y terminadas. De forma que sólo ulteriores y ligeros trabajos de repaso y ajuste final se realizarán sobre ellas. La progresiva disminución de las secciones de toda la estructura medieval, con respecto a la construcción antigua y la presencia de argamasas en núcleos de menor sección en sus muros y juntas delgadas, no totalmente fraguadas aún, no admitirían bien los golpes y vibraciones de la talla in situ.

Como se hace evidente, todo esto supone un conocimiento y un oficio de lo que más tarde se llamará estereotomía de la talla de piedra, verdaderamente notable. Y es una clara demostración no sólo de la ineludible necesidad de una planificación previa del conjunto de la construcción, sino de la exacta determinación previa de las medidas y características de las piezas a tallar, de los conocimientos sobre trazados geométricos que implican la confección de las plantillas, de la existencia de medios de medición, nivelación y control de lo construido, que abundan decisivamente en las cuestiones expuestas en el antecedente capítulo. Igualmente se hace evidente, que esa necesaria planificación exige la previa determinación y labra de los temas a esculpir en las distintas piezas, sus tamaños, sus formas globales y sus órdenes de colocación. Ya que deben colocarse en su lugar en los momentos necesarios para la continuidad de los tajos.

No quiero dejar de señalar aquí un asunto que me parece de interés. En términos globales, dos tendencias o modos de abordar el proceso de la construcción se han utilizado desde la mayor antigüedad. Una de ellas establece una clara diferenciación entre la construcción de la estructura bruta y desnuda, que se acomete primero y el posterior trabajo de terminación y perfilado final sobre lo construido de la piezas que articulan o componen la estructura y de los elementos de decoración que la completan. Así, una columna se habrá construido con sus tambores, basas y capiteles excedidos en dimensión, para posteriormente proceder a la talla exacta deseada. Esta manera de construir se practicó en Egipto[42]. Con las variantes consiguientes en Roma, con su magnífica construcción de argamasa revestida de mármoles y estucos, y más tarde en el Barroco.

La otra manera implica la colocación en su lugar de las piezas ya finalizadas, que como he dicho sólo pueden ser objeto de repasos y ajustes de poca entidad, completándose con revocos, trabajos de yeso y pinturas. Es el caso fundamentalmente de la arquitectura medieval.

Ya Aguste Choisy[43] lo señala «(...) El aparejo a juntas vivas (propio de la arquitectura antigua) que exige un trabajo de precisión, es desechado y el arte sólo puede renacer a expensas de una ruptura con los procedimientos del pasado (...). En la época románica vemos iniciarse el método

42 Todavía en el templo de Karnak, en la hoy Luxor (Egipto), es posible ver algunas columnas que quedaron sin finalizar cuyos fustes están formados por tambores de piedra sin recibir su última talla, son piedras brutas, irregulares y excedidas del tamaño final del tambor.

43 Choisy, August, *Historia de la Arquitectura*. 9ª edición, 1980, Edt. Victor Leru, Buenos Aires, Tomo Iº, pp. 402-403.

que constituirá durante el periodo gótico, una regla absoluta, tendente a colocar la piedra completamente tallada; en ninguna parte, la piedra es rebajada después de su colocación (...)».

Para el transporte de los bloques hasta la obra, siempre dificultoso, se seguirá utilizando la tracción animal, en carretas que ahora incorporarán definitivamente las llantas de hierro y mejoras para su estabilidad. La descarga y traslado a pie de tajo y al tajo mismo se realizará por medio de los operarios o mediante los algo rudimentarios sistemas de elevación de que más tarde se tratará. Parece ser que la carretilla de mano pudo ser utilizada para transportar cargas de poco peso.

2.3. LOS MEDIOS DE ELEVACIÓN

La elevación de los materiales hasta los distintos tajos se realizaba mediante distintos medios, según los pesos a levantar y la altura a salvar. En el caso de pequeñas cargas y moderadas alturas, ese transporte se realizaba por medio de sistemas de escaleras y andamios por las que transitaban penosamente los obreros con cestas cargadas a sus espaldas. Para cargas mayores se utilizaron sencillas estructuras de madera o cabrias con sistemas de poleas, apoyados en el suelo o en distintas plataformas que la propia obra podía ofrecer, que podían suplementarse con tornos exteriores que movían el cordaje para atenuar los esfuerzos de tracción, elevando así las piezas hasta el lugar de destino.

Para mayores empresas, variantes más potentes de esas cabrias debieron utilizarse. Precisaban de un espacio estable más amplio para apoyarse y para el desenvolvimiento de las operaciones. Si la altura a elevar las cargas no superaba la de acción de las cabrias, se disponían sobre el suelo junto al tajo. Si la altura era mayor, debían construirse sobre lugares adecuados que si no ofrecían ni la resistencia ni el espacio necesario, debían hacerlo sobre estructuras de madera o de fábrica adecuadas construidas al efecto a la altura conveniente.

Hacia el final del periodo y ya en la transición hacia el gótico aparecen las grúas, que en esencia suponen el desarrollo de la cabria, con estructuras de madera más potentes y complejas, capaces de elevar pesos importantes y que precisan de una zona igualmente estable y bastante más amplia que las cabrias. Estas grúas elevan los pesos mediante sistemas de poleas y polipastos con sogas múltiples, movilizadas por estructuras de madera en forma de ruedas. Las ruedas se hacen girar por tracción animal o humana, en ocasiones se diseñan para que en su interior se introduzcan operarios, que caminando y mediante su peso las hacen girar, elevando así las piezas a su destino.

Ya en la Baja Edad Media vemos estas grúas, esquemáticamente representadas en pinturas o viñetas, apoyadas en torres, azoteas laterales o lugares similares, que ofrecen el espacio y la estabilidad conveniente. El posterior desarrollo de estos medios auxiliares logrará grúas importantes, verdaderos avances de la ingeniería del tiempo, que se utilizan también en procesos ajenos a la construcción (Fig. 6). Una vez elevada la pieza hasta su lugar o a la proximidad del mismo, si su

peso es importante, la ubicación exacta se logrará trasladándola mediante hábiles movimientos con palancas de hierro, deslizando la pieza sobre la hilada inferior.

2.4. LOS ANDAMIOS

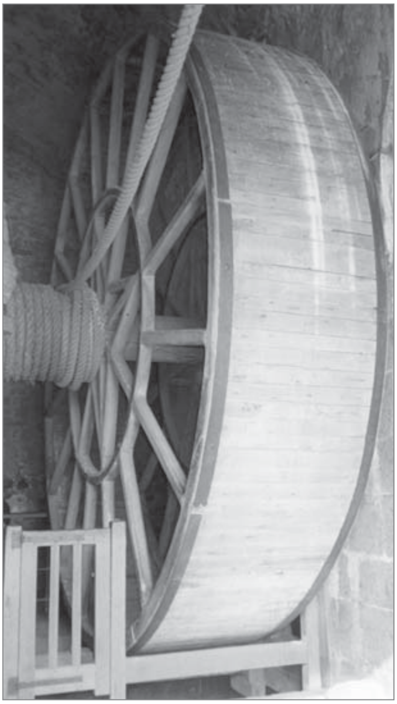
Para la construcción del edificio era preciso construir andamios, soporte de las obligadas plataformas de trabajo, así como sus escaleras de acceso. Medios auxiliares que por su propia naturaleza y provisionalidad no conocemos. Estos andamios, se reflejan muy sucintamente en algunas pinturas o viñetas medievales ya tardías, en las que aparecen representados de forma muy esquemática y sin detalle. Estaban formados por postes de rollizos de madera que sostenían plataformas de tablones para los operarios, con accesos de escaleras de mano de madera. No se observan en aquellas esquemáticas representaciones ningún tipo de medidas de protección. Los enlaces entre las piezas que los conforman pudieron estar resueltos por medio de sujeciones con sogas y sencillos trabajos de unión por clavos o entalle entre las piezas de madera (Fig. 7). Los andamios debían levantarse en las dos caras del muro; el grosor de los mismos así lo exigía para facilitar su construcción.

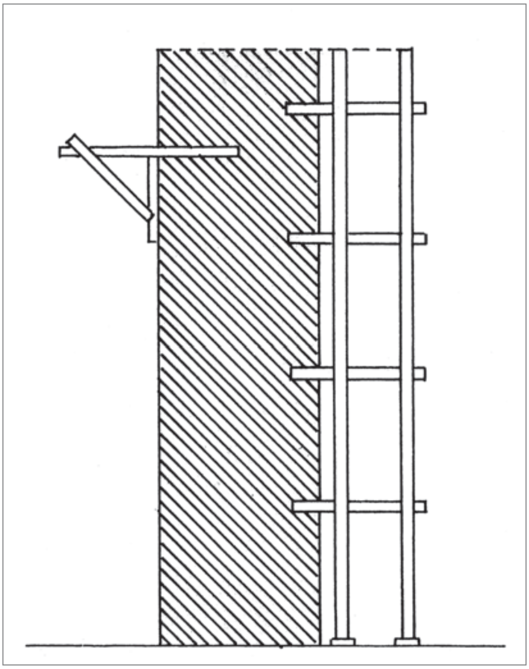
Los postes y plataformas se anclaban para evitar su vuelco, con agujas de madera horizontales empotradas en el grueso de los muros, atravesándolos de forma total o parcial, a la vez que recibían las plataformas de trabajo conformadas por tablones fijados a ellas. Cuando la altura realizada del tajo de la fábrica era excesiva para que el operario continuase la labor, había que elevar el andamio y construir una nueva plataforma a la altura adecuada sobre nuevas agujas.

Estas agujas quedaban aprisionadas por las fábricas que se levantaban y como en los sistemas de construcción antiguos, se cortaban al ras del muro al retirar los andamios y se dejaban embebidas en él. Si penetraban en la totalidad del muro, colaboraban inicialmente a modo de tirantes entre los paramentos a la cohesión de las tres hojas del muro durante el proceso de fraguado de la argamasa, o anclaban al menos en el núcleo del muro uno de los paramentos. La natural descomposición de estas agujas de madera ha dejado los característicos huecos en los paramentos, que llamamos mechinales, y que no debemos eliminar en nuestras intervenciones, ya que son elementos objeto de interés y estudio, y sí, recuperarlos de modo conveniente evitando que se produzca a través de ellos la entrada de agua de lluvia al interior del muro, disponiendo para ello las soluciones oportunas (Figs. 8, 9 y 10).

Viollet le Duc, nos expone situaciones de andamios bastante más complejas, que en general se corresponden ya con la arquitectura gótica, y en las que las plataformas de estos andamios se apoyan en el muro mediante piezas a modo de puntales y sistemas más complejos.

La disposición de los andamios y su altura se debían ajustar a la geometría y características de las fábricas a construir, suponiendo siempre un coste a considerar y la necesidad de continuos trabajos de modificación y mantenimiento de los mismos. De forma que en algún caso, como para la construcción de las torres y cimborrios, planteaban problemas estructurales de cierta complejidad.







Figs. 6, 7 y 8. Arriba izquierda. RUEDA DE ELEVACIÓN MEDIEVAL. Se conserva restaurada en la Abadía de Saint Michel. (Normandía. Francia). **Arriba derecha.** ANDAMIO TIPO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO. **Abajo.** SAN PEDRO DE CASERRES (consagrada en 1053, Gerona, España). Vista parcial desde la nave central hacia los pies. Ver el importante número de mechinales en sus fábricas y el masivo pilar cruciforme del que se tratará más adelante.

Fotos y Dibujo: Roberto Benedicto 2005-2013-2007.





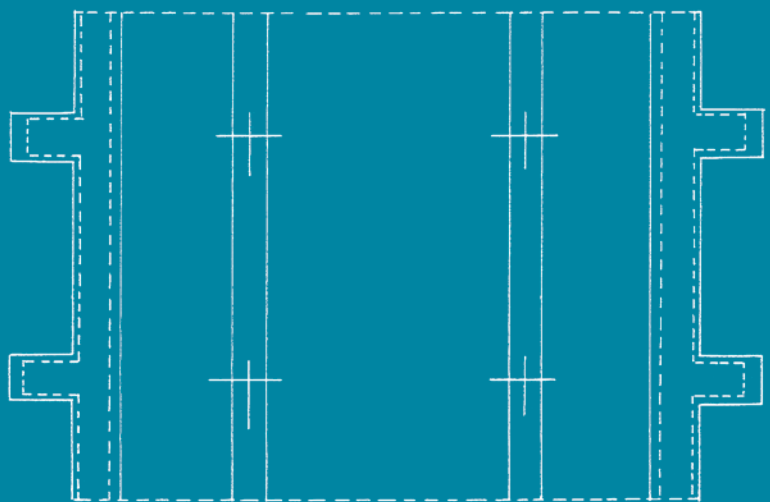


Figs. 9, 10 y 11. Arriba. CASTILLO DE LOARRE. TORRE DE LA REINA (Huesca, primer tercio del siglo XI). **Izquierda.** Mechinal que atraviesa todo el muro y que corresponde a una aguja en forma de rollizo, que se ha englobado con argamasa, antes de construir la hilada superior. **Derecha**. Mechinal no pasante, que corresponde a una aguja de sección recta. Notar cómo su hueco superior presenta piezas de piedra adinteladas que lo cubren. **Abajo.** MUSEO DE LA CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA. Garfio de época medieval para la elevación de sillares al tajo.

Fotos: Roberto Benedicto. 2013-2009.

CAPÍTULO 3

LOS CIMIENTOS ROMÁNICOS



3.1. CUESTIONES PREVIAS

No conocemos bien, como en las culturas anteriores, los sistemas de cimentación utilizados en los edificios románicos. Las pocas prospecciones arqueológicas de los últimos años se publican con premiosidad, y no suelen comportar estudios sobre las cimentaciones, más allá de la naturaleza de sus fábricas y su disposición en el terreno. Sólo algunos escasos datos publicados procedentes de estudios arqueológicos, o alguna publicación escueta y dispersa sobre consolidaciones, como algunos textos clásicos de referencia que tampoco profundizan en estas cuestiones, son nuestra escasa fuente relativamente segura de información. Pero de lo poco que sabemos se deduce una continuidad con las soluciones adoptadas en épocas anteriores, como no podía ser de otro modo.

Los Diez Libros de Arquitectura de Vitrubio[44] eran conocidos y utilizados. Tenemos constancia de ello tanto en el Aula Palatina de Carlomagno como en Cluny. Pero en ese texto no es posible encontrar, salvo en el caso de los cimientos tablestacados, descripciones que vayan más allá de una genérica clasificación de los terrenos basadas en un conocimiento puramente experimental; errores en las propuestas de dimensionamiento de los cimientos que ofrecen métodos sólo proporcionales en función del ancho del muro o de los elementos a cimentar, y adecuados consejos, eso sí, sobre la calidad, conveniencia y disposición de los materiales a utilizar.

Cuestión absolutamente normal, puesto que el conocimiento técnico sobre los aspectos referentes a la determinación de la resistencia de un terreno, su comportamiento mecánico y en suma, la capacidad de respuesta de un terreno, cimiento o de un sistema de cimentación que recibe las tensiones que le transmite la estructura es cosa relativamente reciente. Si los edificios resistieron bien, fue porque las tensiones a que trabajaban sus estructuras y cimientos, salvo en algunos casos, eran generalmente bajas y también los esfuerzos transmitidos por los cimientos al terreno[45].

Las construcciones de carácter civil y militar, incluso no pocas iglesias y monasterios en bastantes casos, podían construirse sobre un terreno más o menos conveniente. Se podía elegir su emplazamiento para que el terreno fuera adecuado y la cimentación al menos fuera razonable. No era el caso para buena parte de las iglesias que se levantaron sobre otras preexistentes[46], como sobre el conjunto de edificios e iglesias anteriores de un conjunto episcopal

44 Vitrubio Polión, Marco, *Los Diez Libros de Arquitectura,* o.c.

45 Heyman, Jacques, *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*, o.c., Cap. 1º.

46 Se pueden citar muchos ejemplos: la catedral románica de Santiago de Compostela, construida sobre las anteriores iglesias. Cluny III, construida sobre las anteriores iglesias de Cluny I y II. La catedral románica de Chartres,

(catedral de Génova, a partir del siglo IV); o sobre lugares en que la tradición anterior, hechos milagrosos, la tumba de un mártir venerado[47], o la necesidad de «consagrar» un lugar de culto pagano, exigía su construcción[48]. Incluso la existencia de mezquitas fue la razón para construir sobre ellas, sacralizando con ello el lugar[49].

Esta costumbre de reaprovechar lo anterior, se prolongará por siglos en todas las culturas en mayor o menor medida. Y es la razón de numerosos «hallazgos» en las posteriores obras de restauración. De forma que parte de las fábricas de un edificio quedan englobadas por el posterior. Situaciones de este tipo que son mucho más numerosas de lo que nos pueda parecer.

La vinculación ineludible con la preexistencia anterior en un lugar, obligaba a construir en terrenos en muchas ocasiones francamente malos, o a realizar extensas plataformas terraplenadas con sus muros de contención. Y fuera cual fuese la solución adoptada el éxito acompañaba a una parte importante de estas cimentaciones que no han acusado, en términos generales, serios problemas de cimentación en tan largo período de tiempo[50]. Por tanto tenemos que concluir, que el conocimiento experimental era suficiente en la mayor parte de los casos. Aunque se sobredimensionaran esas cimentaciones porque la experiencia aconsejaba construir del lado de la seguridad.

Una cuestión fundamental, nunca citada, es que el terreno en que se apoya el cimiento es el primer elemento del sistema de estribado de la estructura de un edificio. Y el segundo el propio sistema de cimentación. No sólo es la cimentación lo primero que se construye sino que es fundamental para todo el conjunto. Un asiento de parte del sistema de cimentación puede producir en la estructura movimientos y desplazamientos de gravedad. El asiento de un estribo, provoca giros y desplazamientos en las dovelas y plementerías de los arcos, bóvedas y cúpulas que en él se apoyan, con la consiguiente aparición de mecanismos de giro que pueden conducir a la ruina y caída de esos arcos, bóvedas y cúpulas.

iniciada por Fulberto en 1020, se construyó sobre las fases anteriores incendiadas y destruidas, como sobre la de Fulberto, lo hizo la actual catedral gótica.

47 Las fases anteriores de la actual abacial de Saint Denis (París).

48 En Roma es posible ver, a este respecto, los casos quizás más claros, basílicas ya románicas construidas sobre las subestructuras y cimientos de templos romanos pre-existentes, como San Nicola in Carcere, que se construyó en el siglo XI sobre las ruinas antiguas de los tres templos adosados del Foro Olitorio (siglos II-I a.C.), al suroeste del Teatro de Marcelo. La iglesia se dispuso sobre el templo central. Y su aspecto actual es consecuencia de no pocas restauraciones y modificaciones, que incorpora las columnas de templos anteriores en sus fábricas, Santa María in Cosmedin que está en su proximidad inmediata; o la más lejana catedral de Siracusa.

49 La catedral de La Seo en Zaragoza, construida sobre la mezquita existente.

50 Verdaderamente singulares a este respecto son las iglesias de San Andrés de Sasabe, y Santa María de Iguacel (Huesca, España, siglo XII), que se levantaron a la orilla de barrancos que periódicamente las innundan, sin que por causa de sus cimientos hayan sufrido afecciones serias.

3.2. LOS SISTEMAS DE CIMENTACIÓN ROMÁNICOS

Pese a lo poco que conocemos, es posible adentrarse en cómo eran estos sistemas de cimentación. El más generalizado suponía la utilización de cimientos lineales alojados en zanjas abiertas en el terreno que se adaptaban a la planta del edificio y recogían los empujes y pesos transmitidos por torres, muros, columnas, pilares, contrafuertes y otros estribos de la estructura del edificio (Fig. 14). Estos cimientos debían apoyarse en el nivel del subsuelo estimado como adecuado, atravesando los estratos no suficientemente resistentes, lo que en ocasiones implicaba construirlos a considerable profundidad.

Esta cuestión, cuando el estrato resistente se encontraba a mediana profundidad, según se ha podido comprobar en algunos casos en excavaciones practicadas en Francia[51], se aliviaba disponiendo en la zanja y sobre la capa superior del terreno considerado apto, una mampostería bien compactada con tierra, que facilitaba una base de apoyo al verdadero cimiento, más alta y de mayor resistencia que la del terreno natural circundante, con el consiguiente ahorro y «mejorando el terreno de apoyo». Como también se practicó en épocas posteriores, hasta hoy, en situaciones de poca entidad (Fig. 12).

En otras ocasiones más cuidadas con profundas cotas de apoyo en el terreno, se construían cimientos progresivamente escalonados, que serán tradicionalmente utilizados en las grandes construcciones (Fig. 13), y que se iban ensanchando conforme se progresaba hacia su base de apoyo. Se ha de comprender que este artificio facilitaba aproximar la anchura necesaria a disponer en la base del macizo del cimiento a la del muro o a la de los estribos que recogía; para no desperdiciar material en zonas en las que no era necesario, ni para la rigidez del cimiento ni para cumplir su función. Si así no fuera, el cimiento tendría una sección vertical rectangular con un espesor coincidente con el necesario en su base de apoyo. Un claro desperdicio de trabajo y material en la mayor parte de los casos que excedieran una razonable profundidad del apoyo del cimiento.

No obstante, en terrenos donde era posible y para iglesias de pequeño y medio tamaño, cimientos lineales alojados en zanjas de poca profundidad, y en su caso zapatas aisladas para pilares y columnas, eran el sistema adoptado.

En algunos casos, zócalos-banquetas de transición entre los muros y pilares y sus cimientos, afloran en la superficie del terreno de forma más o menos parcial, retallando ligeramente en uno o en ambos lados de la base de sus paramentos. (Figs. 17-20 y 27). Estos zócalos no tienen ninguna explicación si no es la de ser «banquetas de transición» entre el muro y su cimiento, o directamente el cimiento mismo. Suelen ser de fábrica de mampostería. En algunos raros casos en que se ha tenido que rebajar la roca para disponer la totalidad de la planta, vemos zócalos emergentes de roca tallada que nivelan el apoyo de los estribos, trabajada en sus paramentos imitando aparejos de piedra. Algunos ábsides construidos sobre la-

51 Bessac, Jean-Claude y otros, *La construction. Les materiaux durs: Pierre et terre cuite,* o.c.

deras, presentan plataformas de fábrica de mampostería a veces de buen tamaño que ofrecen así un apoyo horizontal a sus muros (Fig 25).

En algunas ocasiones el sistema de zanjas de cimentación se configuraba como una red próxima a la cuadrícula, con cimientos transversales que no soportaban elementos estructurales. Esto podía ocasionar un importante gasto económico, mayor si la profundidad del apoyo de la cimentación era considerable, que se reservaba a edificios notables y a obras cuidadas. Lo podemos ver en la fase románica de Saint Germain de Auxerre hoy musealizada (Fig. 16, Francia, siglos XI-XII), y mucho antes en la iglesia hispano-visigoda de Quintanilla de las Viñas (Fig. 22, Burgos, siglo VII). Esa retícula «apuntalaba lateralmente» los cimientos principales lineales o aislados de los pilares interiores, pilastras y muros en los puntos críticos del sistema. Como si se entendiera que el correcto aparejo por trabazón, ejecutado en los paramentos de los muros, debía ser igualmente dispuesto en el sistema de cimentación.

Pero se ha hablado, irreflexivamente, de que estas zanjas de cimentación transversalmente dispuestas que conforman la retícula, suponían un «atirantado» del sistema de cimientos, a modo de nuestras potentes vigas riostra actuales de hormigón armado. Desconociendo que las fábricas de aquellos cimientos no son capaces de resistir apenas tensiones de tracción y para nada las que ese atirantado implicaría. Era por tanto esta retícula una mejora del sistema de cimentación que apuntalaba las zanjas lineales de cimentación del edificio dándoles mayor estabilidad.

Nada sabemos sobre los sistemas de entibado de las zanjas cuando estas eran profundas o sus paramentos eran inestables. Estos sistemas de contención de las paredes de tierra de las zanjas eran indispensables para la seguridad de los operarios, y conllevarían importantes operaciones de entibado de sus paredes y movimientos de tierras en casos de cimentar en profundidad.

La roca es el mejor terreno para cimentar. Tal situación se presenta con frecuencia en los castillos y en algunas iglesias situadas sobre laderas o puntos emergentes. En no pocos casos, podemos ver cómo los elementos estructurales del edificio se apoyan directamente en la roca que emerge sobre el terreno. Son estas las únicas ocasiones en que es posible comprobar cómo se produce esta entrega. Vemos que, o bien el muro se entrega directamente en la roca, o se dispone una banqueta de apoyo intermedia sólo un poco más ancha que el muro, que se apoya directamente sobre la roca de igual forma que el muro sin banquetas (Figs. 21 y 23).

En cualquier caso, las hiladas inferiores del muro o de esa banqueta, se apoyan en la roca sin efectuar rebajes ni entalladuras de adaptación en la misma, de forma que las piezas de piedra y las argamasas de sus juntas se disponen regularizando los planos de contacto que se adaptan a la superficie de la roca. Es la amplia superficie de contacto del muro con la roca la que garantiza la correcta transmisión de tensiones de compresión y la estabilidad.

Un tipo de cimentación que corresponde sobre todo a los castillos de madera altomedievales era el de empotrar en la roca los postes de madera, practicando en ella orificios talla-

dos, que se constatan en sus emplazamientos una vez desparecidos estos castillos y permiten reconocer sus recintos.

En no pocas ocasiones y para edificios de poca entidad, el mismo muro se apoya directamente sobre el terreno de base sin presentar banquetas ni resaltos. Es decir, la parte inferior del muro bajo la rasante se constituye en cimiento del mismo.

Si el terreno era francamente malo se utilizaba el sistema de tablestacado ya descrito por Vitrubio[52], también aplicado a la cimentación de puentes, diques y elementos similares que debían cimentarse en terrenos muy flojos o en presencia de agua. Este sistema consistía en clavar estacas de madera en el terreno, por golpeo con pesadas mazas que se suspendían de trípodes de madera y se dejaban caer sobre las cabezas embridadas de las estacas a hincar. Estas estacas eran de madera compacta, con un buen comportamiento ante la humedad del terreno, en ocasiones previamente quemadas y embreadas superficialmente. Se hincaban más o menos juntas, con la densidad adecuada a la naturaleza del terreno (Fig. 26).

La hinca de estas estacas producía una notable mejora por compresión lateral en la cohesión del terreno y una mejor respuesta del mismo, transmitiéndose las cargas de las estacas al terreno fundamentalmente por su rozamiento con la tierra, que actuaba en sentido opuesto a las mismas. Esta era la fundamental causa de su eficacia. A la que se podía sumar, en los casos en que la profundidad del terreno más estable fuera compatible con la longitud de las estacas disponibles, el hecho de que se pudieran hincar en él. Las cabezas de esas estacas se anclaban a retículas de importantes piezas de madera[53], englobadas por los cimientos. Es este sistema un claro antecedente de lo que hoy conocemos como «pilotaje».

Alguna noticia arqueológica, cuya procedencia en este momento no logro recordar, trataba de que este tablestacado se extendía también a la zona interior del terreno ocupado por el edificio y a su entorno inmediato. Cosa sensata y estupenda, porque así era mayor la superficie del terreno que las estacas compactaban y mejor su respuesta global.

3.3. NATURALEZA DE LOS MATERIALES Y FÁBRICAS DE LOS CIMIENTOS ROMÁNICOS

Las fábricas que formaban los cimientos, a la luz de los escasos datos aportados por el resultado de excavaciones arqueológicas que los han hecho aflorar, en términos generales, se presentan configurando cimientos según la antigua técnica de los muros de tres hojas[54], con paramentos de mampostería o sillarejo y un núcleo interior de fábrica de mampostería tomada con abundante argamasa de cal y dispuesta en hiladas generalmente irregulares, sin necesidad de encofrados.

52 Vitrubio Polión, Marco, *Los Diez Libros de Arquitectura*, o.c.

53 Viollet le Duc, E., *Entretiens sur L'Architecture*. 2ª Edc., 1978, Onzième Entretien, p. 18.

54 Ver supra, nota 2.

Esto exigía la apertura de zanjas más anchas que el cimiento para poder construirlo. En los casos más cuidados y notables, estos paramentos eran de fábrica de sillería. El ladrillo se utilizó en alguna ocasión contrastada, pero su porosidad no lo hacía material aconsejable.

Se procuraba utilizar piedra compacta que no absorbiera fácilmente la humedad del terreno. En ocasiones las fábricas a realizar en cimientos, terraplenados, contención de tierras, drenajes y plataformas, suponían un oneroso pero ineludible coste. Como ya se ha dicho para el caso de cimientos profundos, el cimiento podía escalonar sus hiladas ensanchándolo progresivamente hacia su base. De forma que ese escalonamiento podía presentar en cada hilada hacia el interior del macizo, piezas a modo de perpiaños[55] que facilitaban una adecuada conexión entre los paramentos y su núcleo. Probablemente una verdugada[56] coronaría el macizo del cimiento para recibir y transmitir mejor las cargas.

3.4. LAS TENSIONES EN EL MACIZO DE CIMENTACIÓN. EL NÚCLEO CENTRAL

En el apartado relativo al estudio de los muros, por la similitud de sus comportamientos, trataré de las cuestiones relativas a estas argamasas y sus fábricas. Diré ahora que, en algunos casos, una capa de argamasa se dispone directamente sobre el terreno y en la base del cimiento. Esta capa contiene fragmentos cerámicos, cuya finalidad es conferir a esta argamasa una cierta hidraulicidad, haciéndola algo más impermeable.

Las tensiones que la estructura transmitía al cimiento, que el cimiento tenía que resistir con el suficiente margen de seguridad y transmitir al terreno, debían ser exclusivamente de compresión. Estas fábricas y el propio terreno presentan una resistencia prácticamente nula a las tracciones, de forma que este tipo de tensiones son la causa directa de la formación de grietas en sus masas y por tanto la posibilidad de su aparición debía ser evitada siempre.

La aplicación de la Teoría Elástica y la utilización de los sistemas de cálculo tradicionales, implica que para garantizar que estos esfuerzos fuesen exclusivamente de compresión, la resultante de las tensiones que actuaban en cada sección del cimiento, como en todas las secciones de la estructura, debía incidir en el interior del núcleo central de todas ellas[57].

---

55 Un Perpiaño, no es un arco, como generalmente y erróneamente se dice. Es una pieza de sillar, ladrillo o mampuesto, que se coloca en la hilada con su mayor dimensión dispuesta verticalmente a su paramento, a «tizón». De esta forma la parte de la pieza que sobresale interiormente del paramento se ancla en la masa del núcleo. Perpiaños dispuestos con regularidad y convenientemente en las hojas de los paramentos, colaboran a la unión de las mismas con su núcleo y a una mejor respuesta resistente del macizo del cimiento.

56 Verdugada es una o varias hiladas de la fábrica del material que forma los paramentos de un muro de tres hojas, que atraviesan todo su espesor. Colaboran de manera importante a la cohesión del macizo de cimentación. Proporcionando además un plano de regularización horizontal de apoyo de las estructuras que recibe.

57 El Núcleo Central de una sección, según los criterios de la Teoría Elástica, es una propiedad exclusivamente geométrica de la misma. Cualquier sección de un elemento estructural, de la sección que sea, ofrece en su interior una zona o Núcleo Central de esa sección, que tiene la particularidad de que si la resultante de las fuerzas que en ella inciden, presenta su punto de aplicación en un punto interior a esa zona, toda la sección

Este concepto del núcleo central era desconocido para el constructor antiguo. Para él, era la experiencia transmitida y el dimensionamiento por medio de normas geométricas o proporcionales el único medio utilizado, sin aplicar ningún tipo de conocimiento científico para establecer las dimensiones de estos elementos estructurales. Veremos a este respecto, que la atenta lectura de los textos de Alberti[58] y de los tratados que siguieron lo constatan fehacientemente. Eran conocimientos alejados de lo que hoy conocemos como conocimiento científico, producto de la experiencia empírica adquirida y oscuramente transmitida.

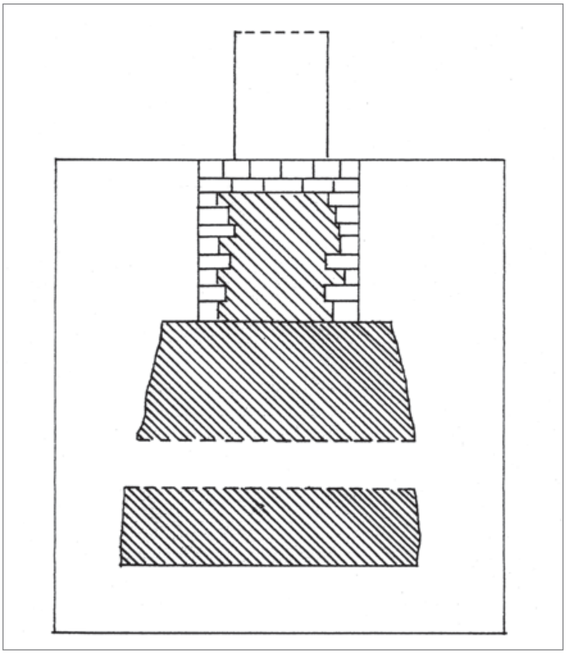
No quiero dejar de hacer constar la frecuente irregularidad de trazado que presentan las plantas de los edificios, que aparentemente no tiene justificación, y que se comprueba en casi todos los casos en que se efectúa un levantamiento riguroso de la planta, o secciones de una iglesia. De forma que los muros no son ortogonales y presentan deformaciones en su traza o en su alzado. Irregularidades que no cabe achacar a esotéricas intenciones de traza, o a la transmisión de insondables misterios celestes, sino a la impericia o a la poca precisión de los medios disponibles para el replanteo. A este respecto podemos ver más tarde, cómo Suger, abad de Saint Denis (París, Francia) y promotor de la obra de la cabecera de esta iglesia gótica «(...) alaba a su arquitecto por hacer las medidas del coro nuevo con tanta exactitud que, después de quitar el viejo, el nuevo eje seguía el de la nave (...)»[59]. De cualquier forma los levantamientos fotogramétricos de esta cabecera, han revelado un importante número de distorsiones e irregularidades en el trazado de su planta, y esto en un monumento importantísimo que es considerado la primera obra gótica[60].

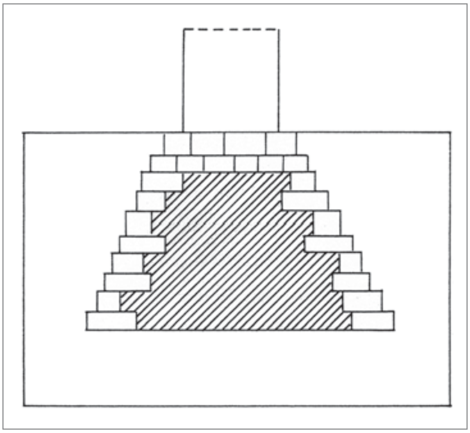
está sometida a tensiones de compresión. Y si ese punto de aplicación incide fuera de esa zona, existen tensiones de tracción en mayor o menos medida.

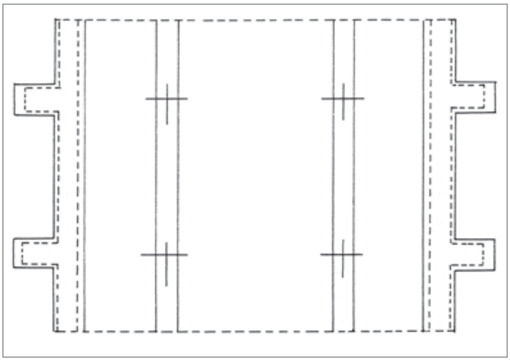
58 Alberti, León Batista, *De Re Aedificatoria*. Traducción de Javier Fresnillo, 1ª edición facsímil no venal de los Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Oviedo. Edt. Akal, 1975 de Alberti, León Batista, *De Re Aedificatoria o los Diez Libros de Archictectura,* traducido del Latín por Francisco Lozano, 1582.

59 Frank, Paul, *Arquitectura Gótica*. 2002, Ediciones Cátedra, Madrid, p. 115. Como es bien conocido se hace referencia a la cabecera gótica construida en relación a la iglesia carolingia existente, que se mantuvo y sustituyó poco a poco.

60 El cuerpo occidental y sobre todo la cabecera de la iglesia abacial de Saint Denis, en París, obras promovidas por su abad Suger son consideradas las primeras manifestaciones del gótico. Pero como es conocido son obras que se producen de manera casi simultánea a la catedral de Sens y a la Fase II de la iglesia abacial del monasterio cisterciense de Pontigny.







Figs. 12, 13 y 14. Arriba. Cimiento lineal sobre mampostería aglomerada y compactada con tierra. **Abajo izquierda.** Cimiento escalonado. **Abajo derecha.** Sistema de cimentación tipo. Dibujo de un sector parcial de planta del sistema de zanjas de cimentación del cuerpo principal de naves de una iglesia hipotética. Se puede ver cómo las zanjas reciben muros, contrafuertes y columnas.

Dibujos: Roberto Benedicto. 2007.





Figs. 15 y 16. Arriba. IGLESIA ABACIAL DE SAN VICTORIÁN (Huesca, primera mitad del siglo XI). La excavación arqueológica (2010), muestra el cimiento lineal de los pilares de la nave central de la iglesia románica desaparecida, sobre ese cimiento se construyó una iglesia barroca, cuyos pilares se apoyan en él. **Abajo.** SAINT GERMAIN DE AUXERRE (Francia, siglos XI-XII). Actual zona musealizada y excavada. Cimentación formando una red de apuntalamiento entre los cimientos de los pilares de la nave central y los del muro sur. Me queda la duda de si esta cimentación no obedece a una reforma de la fase románica realizada en la fase gótica, cosa que no puedo dilucidar.

Fotos: Roberto Benedicto. 2012-2009.





Figs. 17 y 18. Arriba. SAN ETIÉNNE DE NEVERS (Francia, siglo XII). Ver el notable zócalo-banqueta emergente en los muros de sus ábsides. **Abajo.** ABACIAL DE NTRA. SRA. DE OBARRA (Huesca, primer tercio del siglo XI, románico-lombarda). Ver en el interior del muro norte del séptimo tramo, cómo emerge un zócalo de fábrica de mampostería en función de banqueta de fundación.

Fotos: Roberto Benedicto. 2012.

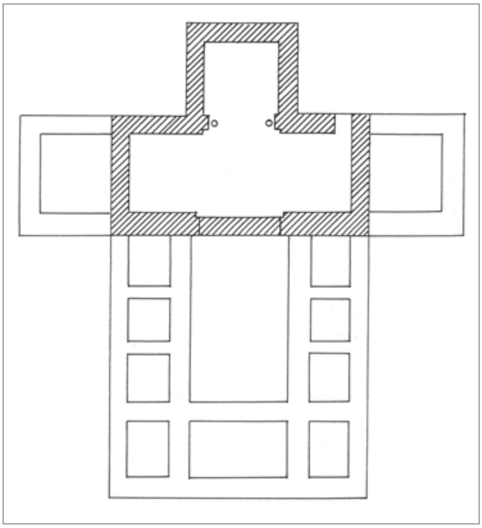




Figs. 19 y 20. Arriba. ABACIAL DE NTRA. SRA. DE OBARRA (Huesca, primer tercio del siglo XI, románico-lombarda). Ver el macizo de mampostería emergente en que se entrega el pilar de triple articulación. Probablemente como consecuencia de alguna modificación en los niveles del pavimento. **Abajo.** SAN MIGUEL DE HILDESHEIM (Alemania, inicios del siglo XI). Ver el zócalo de transición al cimiento en la base de su cabecera.

Fotos: Roberto Benedicto. 2012-2010.



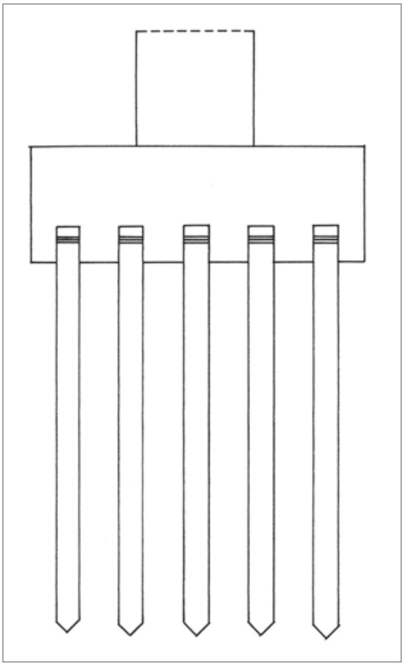




Figs. 21, 22 y 23. Arriba izquierda. CASTILLO DE LOARRE (Huesca, siglos XI-XII). Iglesia románico-lombarda del primer recinto (primer tercio del siglo XI). Ver cómo el muro oeste se apoya directamente en la roca emergente mediante un breve zócalo o banqueta de cimentación. **Arriba derecha.** QUINTANILLA DE LAS VIÑAS (Burgos, siglo VII). Iglesia hispano-visigoda. Planta de su estado actual, reflejando el sistema en retícula de cimentación de su nave perdida, con sus cimientos entre los pilares de la planta central y los muros. **Abajo.** CASTILLO DE LOARRE (Huesca, siglos XI-XII). Muro exterior del primer recinto románico-lombardo (primer tercio del siglo XI). Ver cómo se adaptan directamente los sillarejos a la naturaleza de la roca.

Fotos y Dibujo: Roberto Benedicto. 2010-1998.







Figs. 24, 25 y 26. Arriba izquierda. CATEDRAL DE SPEYER, CRIPTA (Alemania, siglo XI). Ver las subestructuras de cimentación de un muro de la cabecera de la iglesia. **Arriba derecha.** SISTEMA DE CIMIENTO TABLESTACADO BAJO UN MACIZO DE CIMENTACIÓN. **Abajo.** SANTA MARÍA DE VILLANOVA (Huesca, siglos XI-XII). Ver cómo el ábside románico-lombardo del primer tercio del siglo XI, se apoya en una plataforma de grandes piedras, que regulariza la inclinación de la ladera. Ver también algunos mechinales.

Fotos y Dibujo: Roberto Benedicto. 2010-1990.



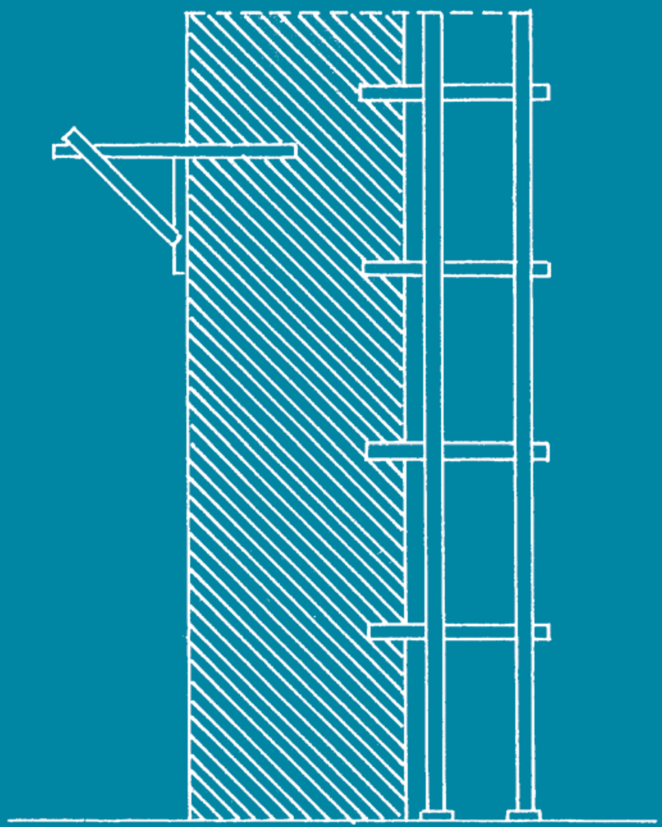


Figs. 27 y 28. Arriba. SAN MIGUEL DE CUXÁ (Rosellón, Francia, siglo XI). Pilar sur de la nave central, se ve cómo apoya en un dado emergente de fábrica de mampostería. **Abajo.** LA CHARITÉ SUR LOIRE (Francia, siglo XI). Vista de las subestructuras de cimentación de un pilar compuesto de su nave central. Los puntalitos de madera que se pueden ver, en función de sujección de los tablones de contención de la tierra del entorno de la zanja abierta, se partirán fácilmente si estas empujan.

Fotos: Roberto Benedicto. 2009-2012.

CAPÍTULO 4

EL MURO ROMÁNICO



4.1. LOS PARAMENTOS Y EL NÚCLEO DEL MURO DE TRES HOJAS ROMÁNICO. LA FORZOSA INTRODUCCIÓN DE JUNTAS DE ARGAMASA. AUGUST CHOISY Y JACQUES HEYMANN

Se conocen algunas iglesias románicas de muy primera hora, construidas con tapial (de loto et latere), estudiadas por Eduard Junyent (*L'arquitectura religiosa a Catalunya abans del Románic*) pertenecientes al siglo X; «con barro y piedras» como en la iglesia consagrada en 953 y ya desaparecida de San Miguel de Cuxá; o con piedras y argamasa encofradas, como en el castillo navarro de Peralta de finales del siglo X, entre otras. Eran estos sencillos sistemas de construcción producto de la situación de penurias y dificultades propios de los territorios y los tiempos en que fueron construidas, pero que muy pronto se superaron.

El muro románico supone la prolongación en el tiempo del muro romano de tres hojas[61] formado por dos paramentos y un núcleo. El material utilizado para la construcción de los paramentos es la piedra y el ladrillo, tomados con argamasas de cal. El núcleo del muro está construido con fábrica de mampostería embebida en más o menos abundante argamasa de cal y dispuesta con más o menos cuidado. La utilización de este tipo de muro de tres hojas, de notable antigüedad, no se ve interrumpida desde su aparición hasta prácticamente nuestros días y por su importancia, trataremos sobre él adecuadamente a lo largo de este texto. Con la utilización de este tipo de muro la proporción de argamasa es importante, cuestión que disminuirá en el muro gótico en el que la piedra predominará.

En los paramentos de los muros románicos se utilizaron fábricas de mampostería, sillarejo, ladrillo, y sillar, tomadas todas ellas con argamasa de cal, bien que en algunas ocasiones se combinan estos materiales para conseguir efectos decorativos de gran interés, de los que trataré más adelante.

El ya antiguo aparejo *Opus Spicatum* formado por hiladas de mampuestos atizonados o de ladrillo[62], dispuestos de forma inclinada, es utilizado ocasionalmente. Siempre encintado y contenido por elementos de mampostería, ladrillo, sillarejo o sillar, que dan mayor estabilidad al paramento que los contiene (Fig. 29).

Los paramentos de mampostería están constituidos por piezas de piedra en estado natural, que en su caso se trabajan con el martillo para lograr una cara razonable de asiento en la hilada. Se aglomeran con abundante argamasa de cal y presentan un aparejo con piezas de

---

61 Ver supra, nota 2.

62 Es decir, con su mayor dimensión penetrando en el núcleo del muro. Un buen ejemplo de *opus spicatum* de ladrillo se puede ver en el ábside de San Sigismondo de Rivolta d'Adda (siglo XI, Lombardía, Italia).

desigual tamaño e hiladas irregulares, de forma que pequeños fragmentos de lajas de piedra o ripio embebido en la argamasa, rellenan las gruesas e irregulares juntas que dejan los mampuestos (Fig. 30). Es relativamente frecuente que a esta argamasa básica se le añadan fragmentos cerámicos machacados o carbón triturado, que como más adelante veremos, le confieren una relativa mayor hidraulicidad y mejoran los procesos de carbonatación de la cal.

Estos muros con paramentos de mampostería, suelen presentar piezas de piedra de mayor tamaño que no alcanzan la perfección de la labra del sillar, dispuestas en sus esquinas, jambas de los vanos y puntos singulares, buscando fortaleza para todo el paramento del muro. Son los Huesos[63] del muro, sobre los que más tarde tratará Alberti.

Llamamos sillarejo a una pieza de piedra trabajada a golpes de martillo hasta obtener de ella una forma paralepipédica de poco peso y tamaño que es fácilmente manejable. Presenta sus caras exteriores y planos de junta trabajados de ese modo, acusando estos golpes de martillo que le confieren un aspecto característico, y que dejan la cara interna rugosa o con protuberancias para una mejor adherencia con las argamasas del núcleo. Sus juntas son de 0,5-1,00 cm de grosor y se aglomeran con argamasa de cal, árido y ripio menudo, al que se le añaden en ocasiones cerámica finamente machacada, que les confiere su característico color ligeramente rosado. El sillarejo fue muy utilizado en los paramentos románicos con tamaños medios o pequeños con cierta variedad; especialmente en lo románico-lombardo, en los que se dispone con uniformes hiladas y aparejo que caracteriza a los muros lombardos (Figs. 33, 34).

Finalmente, el sillar es una pieza de piedra de tamaño medio, mucho menor que el utilizado en la antigüedad, que puede ser relativamente manejada; presenta una forma paralepipédica cuidada con sus aristas bien definidas, su cara vista y sus cuatro planos de juntas correctamente planos y labrados, pero no completamente lisos como se practicaba en la antigüedad; la cara posterior que debe estar en contacto con la argamasa del núcleo se deja sin trabajar con su superficie rugosa y si es posible con protuberancias, ya que así ese contacto mejora la adherencia del sillar al núcleo. El sillar muestra en su cara vista las huellas de la herramienta de trabajo que ha sido utilizada para su labra y terminación (hacha, buril o punzón) y, en su caso, protuberancias de cantera que aún no fueron eliminadas y que serán definitivas (Fig. 31).

Los paramentos así descritos y el núcleo conforman el muro románico. La grave crisis que siguió a la caída del Imperio Romano de Occidente y que sumió a Europa en un largo periodo de desestructuración, aislamiento, guerras, y escasez, motivó la pérdida de la tradición constructiva romana y anterior de fábricas que utilizaron grandes sillares colocados a hueso o a juntas vivas; la de sus potentes y notables construcciones de argamasa, y también la organización de sus estructuras en las que las partes contribuían decisivamente a la estabilidad del conjunto total[64].

63 Alberti, León Batista, *De Re Aedificatoria o los Diez Libros de Architectura,* o.c.

64 Un magnífico ejemplo de estas organizaciones romanas lo podemos ver en lo que se puede deducir de las ruinas de los palacios del Palatino de Roma, entre otros casos.

Aquella situación de penurias de todo tipo, obligó a reiniciar el camino de la construcción con edificios en los que el gasto en la mano de obra debía ser necesariamente considerado. Esto, implicó un proceso en el que los muros, en función de las menores luces de las bóvedas que se construyeron, fueron notablemente menos gruesos que en lo romano.

August Choisy cita algunas de las fundamentales consecuencias de todo esto[65] «(...) El aparejo a juntas vivas que exige un trabajo de precisión, es desechado (...) Con el sistema de morrillos tallados, el paramento está constituido por la piedra misma, por lo cual los lechos de enrase (verdugadas)[66] se vuelven superfluos siempre que se tome la precaución de dar a los morrillos la forma correcta (...) El mortero, que constituía para los romanos un material exclusivamente de agregación[67], adquiere un nuevo rol a partir de la época románica, sirviendo para transmitir las presiones: no es sólo un material aglutinante; sino ante todo, una materia plástica, interpuesta entre las piedras, que sirve para regularizar la repartición de cargas entre una y otra hilada (...)».

Añadiré a este respecto, siguiendo a Jacques Heyman[68] y para la utilización de la sillería «(...) que a más grosor de las juntas de la argamasa, disminuye la resistencia de la fábrica (...) la utilización de juntas en seco produce una resistencia total (de la fábrica del muro) menor que la de la piedra utilizada, pero mayor que si se utilizan juntas de argamasa (...) la disposición en las juntas de una fina lechada de cal, proporciona resistencias de la fábrica total mejores que con juntas en seco (...)» (Figs. 31, 32). Esto se puede ver realizado en numerosos casos, pero no son menos los que presentan juntas de alrededor de un centímetro o más, que a menos que sean producto de restauraciones posteriores, no dejan de sorprenderme.

Lo que Heyman expone, es perfectamente coherente con Choisy. La disposición de juntas de argamasa entre las piezas en contacto, era obligada por la falta de una labra perfecta entre las piezas[69]. La disposición de una fina capa de cal y árido fino entre los sillares, según Heyman, producía una resistencia global de la fábrica mayor que si su colocación era a hueso, lo que nos puede parecer contradictorio, ya que antes afirma que la fábrica a hueso es la que mejor resistencia ofrece. Pero Heyman se está refiriendo a muros medievales en los que la finura de talla de sus planos de contacto no es tal, y esa capa es imprescindible para regu-

65 Choisy, August, *Historia de la Arquitectura*, o.c., pp. 400-403.

66 Ver supra, nota 53.

67 Es una opinión, en mi criterio no ajustada, ya que la argamasa de los muros, bóvedas y cúpulas romanas, tiene una fundamental función estructural, y en muchos casos toda.

68 Heyman, Jacques, *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*, o.c.

69 En Egipto, Grecia y Roma, la construcción de los templos con sus sillares y tambores de fustes de columnas dispuestos a hueso, es decir sin interposición de argamasa alguna, obligaba a repetidas operaciones para comprobar, la finura de talla de las caras de las piezas en contacto. Esta era imprescindible, las protuberancias en estos planos originarían en ellas concentraciones de tensiones de compresión que producirían su aplastamiento, con los consiguientes movimientos y evidentes perjuicios para la estabilidad de la estructura. Una de las comprobaciones que se realizaban a este respecto, consistía en hacer girar —por ejemplo un tambor de columna— cuya base a comprobar se impregnaba de polvo de almagre, sobre una superficie bien nivelada de yeso. Si la mancha producida era uniforme y continua, la labra de la cara en cuestión era correcta. Si se producían rayas o concentraciones de almagre, se debía proseguir en esa talla, no era la correcta

larizar las imperfecciones de talla y distribuir correctamente las tensiones. Lo expuesto es extensible a la fábrica de ladrillo, cuya irregularidad de sus planos de junta hace aún más necesaria la utilización de argamasas con espesores de 1,00 cm aproximadamente.

A estas cuestiones hay que añadir la media-baja calidad y dispersión de las argamasas medievales. Todo esto se puede constatar en los paramentos de fábrica de sillería medievales que aparentemente no han sufrido alteraciones o no presentan un grado importante de pérdidas y alteraciones, comprobándose en ellos que las juntas horizontales en las fábricas de sillería son muy delgadas, existiendo en ellas las citadas capas de cal.

Naturalmente, estas cuestiones no son solamente de aplicación al muro, se corresponden de igual manera a otras fábricas como arcos, bóvedas y cúpulas. En el caso de paramentos de mampostería sus juntas son necesariamente irregulares y gruesas, rellenándose como se ha dicho con ripios y lajas; la fábrica de sillarejo presenta juntas entre 0,50-1,00 cm de grosor. Es en los paramentos de sillería sobre todo, en los que esta circunstancia va a permitir —entre otras— progresar en el adelgazamiento de los muros y en el camino que conducirá a la estructura gótica.

Aquel control del gasto en la mano de obra y las carencias del tiempo, motivaron como se ha dicho, el abandono de los aparejos a juntas vivas o a hueso. Se trataba con ello de evitar la talla perfecta de las caras de contacto entre sillares, siempre dificultosa, solucionando los problemas que las pequeñas irregularidades de esas caras, que el nuevo sistema introducía, con la interposición de una delgada pasta que las absorbía y regularizaba, transmitiendo con garantías las tensiones de compresión y evitando la concentración de las mismas en aquellas imperfecciones de las caras y los consiguientes asientos.

Esto debería ser bien conocido, sobre todo por quienes practican irreflexivas y caprichosas intervenciones en estos muros, que introducen injustificadamente anchos rejuntados en sus tendeles —a veces con yeso, y hasta con mortero de cemento— y que se extienden y manchan las piezas de piedra y sillares que conforman el tendel, de forma que con ello —a saber por qué— se da al tendel una «apariencia» totalmente falsa con su real función estructural. No sólo esto. En algún caso, se ha picado el tendel para ensancharlo, de forma imprudente e ignorante.

Leo con alguna reiteración, que las juntas de argamasa de los paramentos de estos muros, es de suponer que para muros con juntas de algún espesor, suponen un medio para «anclar» a efectos resistentes los paramentos con el núcleo del muro. Cualquier inicial conocedor de estas materias quedará asombrado por esta afirmación. Ante un posible asiento o separación entre los paramentos y su núcleo, los 1,00/1,50 cm de grosor que suelen presentar estas juntas, no ofrecen ninguna resistencia al esfuerzo combinado de tracción y cortante que se produce en sus planos de junta entre el paramento y el núcleo, por lo que en ningún caso una afirmación de ese tipo tiene sentido alguno. Las juntas de argamasa, de menor resistencia que la piedra en el periodo medieval, actúan como un elemento regulador de las imperfecciones de labra de las caras de las piezas puestas en contacto y de transmisoras como parte global de la fábrica de las tensiones entre las piezas e hiladas del muro.

Ya se ha dicho anteriormente que las tensiones, obligadamente de compresión, a que están sometidas las estructuras antiguas son bajas. Es decir que los elementos estructurales están claramente sobredimensionados desde el punto de vista resistente en la mayor parte de los casos, lo que explica el correcto funcionamiento resistente de estas fábricas con argamasas de regular calidad.

El núcleo del muro está formado por una fábrica de mampostería embebida en argamasa de cal, que presenta hiladas con mayor o menor concordancia con las de los paramentos, normalmente muy poca o ninguna (Figs. 35, 36). Veremos la existencia de este núcleo incluso en puntos sometidos a cargas importantes como los pilares, que presentan un núcleo interior de mampostería revestido por las piezas de piedra molduradas o no que los conforman (Fig. 37).

No existe más elemento de unión entre las piezas de los paramentos y el núcleo del muro que su adherencia a la argamasa del núcleo, que se ve mejorada por la falta de labra de las partes posteriores de las mismas, que expresamente se dejan con protuberancias y rugosidad para facilitarla. También es posible ver algunas piezas atizonadas o perpiaños[70] aleatoriamente aisladas o algunas raras hiladas continuas de perpiaños, aleatoriamente dispuestas, que penetran algo en la argamasa del núcleo del muro a modo de «clavos». En general la técnica antigua de disponer en el aparejo de los muros estas hiladas continuas de piezas atizonadas o perpiaños se ha perdido y queda sin apenas uso. Como absolutamente la de disponer verdugadas[71], hiladas continuas del mismo material que conforma los paramentos del muro y atraviesan todo su espesor; que tienen la finalidad de solidarizar los paramentos con el núcleo, confiriendo unidad al conjunto. Además, estas verdugadas dispuestas en las culturas anteriores cada 2,00 m más o menos de altura, facilitaban recuperar la horizontalidad del muro para proseguir adecuadamente su construcción.

En cualquier caso, y para los espesores de muros usualmente utilizados en el periodo románico, el correcto funcionamiento estructural del muro de tres hojas depende de la unión y colaboración entre ellas ante las tensiones a que está sometido. Sólo en muros de gran espesor el núcleo de los muros pasa a tener un papel resistente de primer orden, pasando los paramentos a un papel más secundario[72].

Para los paramentos de sillería, en lo románico, no se han observado sistemas de grapas o elementos de hierro para la unión entre los sillares, según se practicaba en la construcción antigua. Cuestión lógica puesto que se utiliza la argamasa de cal para el asiento y enlace de los mismos. Pero con la estructura gótica ya entre el XII y el XIII se constata una vuelta a su uso con cierta generalidad, disponiéndose embebidas en abundante plomo para unir sillares, anclar cornisas, reforzar los vanos de la vidrieras y unir fustes de columnas.

70 Ver supra, nota 55.

71 Ver supra, nota 56.

72 En términos generales suelen ser de 1,00 a 1,50 m. Bien que en situaciones de subestructuras, ábsides amurallados, lienzos de muralla, algunas torres y similares situaciones, su espesor puede llegar a 3,00 m o incluso más.

Los aparejos, espesores, disposiciones y el tipo de fábricas de los muros, la naturaleza y el artificio de sus vanos, debidamente interpretados en el contexto del edificio, pueden ser datos muy importantes para su datación cronológica. Pero en cualquier caso, esto se ha de meditar cuidadosamente antes de extraer conclusiones definitivas al respecto. En no pocas ocasiones los paramentos o importantes partes del muro, han sido sustituidos en reformas posteriores, presentando fábricas y aparejos similares o muy distintos a los originales, que en la mayor parte de los casos presentan rejuntados posteriores absolutamente inconvenientes.

Así, el monumento se constituye en el mejor documento de estudio posible. A su correcta comprensión colaborará de forma importante la disposición tipológica de la planta y sección de las iglesias, y sobre todo el desarrollo de las disposiciones estructurales relacionadas con el muro y el pilar, que el constructor va depurando para lograr estribar los empujes de arcos, bóvedas, cúpulas y cubiertas; que dispone progresivamente de forma más concentrada en puntos concretos, que facilitarán la elaboración y simplificación de los elementos de estribo.

4.2. LAS ARGAMASAS ROMÁNICAS

Conocemos muy poco sobre las argamasas románicas, cuestión que empieza a ser objeto de análisis y estudio, bien que en muy pocos casos dispersos y fundamentalmente para las argamasas y núcleos de muros góticos[73]. Pero lo estudiado es perfectamente trasladable a los muros románicos, que cuentan aún con un menor número de estudios.

La cal era el aglomerante obligado que se utiliza de modo generalizado y su elaboración debía realizarse en cada obra, de modo que sus procesos de cocción, apagado, cernido y almacenamiento eran decisivos. La confección de la argamasa, resulta de la mezcla en la dosificación adecuada a cada finalidad, de cal, áridos y agua en la cantidad necesaria para obtener una pasta de adecuada resistencia, plasticidad y manejo. Estas argamasas aglomeraban los mampuestos del núcleo confiriéndoles unidad, y dispuestas en las juntas de los paramentos tenían la misión de transmitir entre sus piezas las tensiones de compresión.

Los investigadores están de acuerdo en que, en términos generales, eran de calidad más bien baja y dispersa, de forma que las resistencias obtenidas eran bajas y normalmente menores que las de las piezas de piedra o ladrillo de sus paramentos. Hoy sabemos que el espesor de los muros y por tanto la falta de contacto con el aire de estas argamasas durante su proceso de fraguado dificultaba la correcta carbonatación de la cal, produciéndose en sus masas zonas no bien fraguadas, sin cohesión y por tanto fáciles de arrastrar por la humedad, que podían dejar huecos en las masas interiores de los muros o zonas debilitadas de los mismos.

73 Ver: *La inyección de cales en la consolidación de fábricas. Investigación aplicada, catedral de Santa María de Vitoria*. Apuntes del Conocimiento, núm. 2, Fundación Catedral Santa María, Vitoria, 2012.

Como he dicho, nuestro desconocimiento de esta materia es enorme. Y la casuística con que nos encontramos, en los casos en que se analizan correctamente estas cuestiones, es variada y compleja. Como ahora conocemos bien, y para las circunstancias de la época, las situaciones de mejor comportamiento de estas argamasas parecen corresponderse con la utilización de cales naturales con añadidos de cerámica y carbón triturados en sus masas y áridos adecuados. Lo que les confiere un mejor grado de hidraulicidad y la capacidad de una mejora en su fraguado y endurecimiento correcto. Mejorando así los procesos de carbonatación sin la necesaria presencia del anhídrido carbónico del aire.

Probablemente la simultánea cocción en los hornos, de piedra caliza con terrones de arcilla adecuada, o cerámica triturada e incluso fragmentos de carbón, produciría una masa a homogeneizar posteriormente que constituiría la base para la obtención de cales con cierto carácter hidráulico. Otro sistema para obtener estas cales se recomienda aún en 1738 (Athanasio Genaro Brizguz, Escuela de Arquitectura Civil, Libro III, Prop. V). Consiste en abrir en el suelo una poceta y «(...) Ponese un lecho de cal viva; sobre este lecho se pone otro de argila: echase encima el agua que es menester para matar la cal, y al mismo tiempo se bate; y luego que esta mezcla está bien batida, se pone en obra sin dexarla reposar. Este mortero se compone de una parte de cal, y dos del sobredicho polvo, o argila. Sus propiedades son las mismas que las del mortero puzolano; de suerte, que luego que se pone en obra en los edificios que se fabrican en el agua, hace cuerpo con los otros materiales (...)». Cales que hoy obtenemos fácilmente con nuestros procesos de fabricación y que eran de muy rara obtención en estado natural en el periodo románico y siguientes.

La falta casi total de estudios sobre las argamasas románicas; la inadecuada realización de tantos y tantos inconvenientes e impremeditados rejuntados modernos en los paramentos románicos con pérdida de los originales; y la evidente dificultad de conocer adecuadamente su naturaleza sin los medios adecuados, normalmente no disponibles por su coste, impide avanzar en estas cuestiones tan importantes.

Además de estos defectos de fraguado, las alteraciones constatadas suelen estar asociadas con la entrada de agua al núcleo de los muros y tienen como consecuencia la pérdida de su compacidad, lavado y formación de huecos en su masa, separaciones de los paramentos y el núcleo, etc., con la consiguiente pérdida de la necesaria respuesta común del muro, y con la posibilidad de que aparezcan graves problemas en su estabilidad. Agravadas y con las mismas consecuencias en sus cimientos y zonas inferiores en contacto con el terreno, por los efectos de las humedades ascensionales del terreno, cuya presencia más o menos permanente, era y es muy difícil de evitar.

Lo anteriormente expuesto, es la razón por la que las partes del muro más expuestas a la acción de la lluvia, se protegían especialmente con diseños que facilitaran la rápida evacuación del agua impidiendo su penetración en el interior del muro. Aleros, cornisas, impostas, poyos de ventanas, etc., bien que ante las acciones de la humedad ascensional del terreno, que se manifestaban tiempo después, muy poco cabía hacer.

Otra trascendente cuestión, es que estas argamasas tienen un proceso de fraguado lento. Pero era preciso seguir la obra, con lo que algunas deformaciones admisibles se podían producir al entrar en carga las partes inferiores de muros con sus argamasas no totalmente endurecidas. Por otra parte, las fábricas así construidas presentaban un cierto grado de deformabilidad, adaptándose a los efectos de las cargas a que estaban sometidas. La investigación está de acuerdo en que la presencia de grietas y fisuras es consustancial a las fábricas de este tipo de muros, sin que sean esencialmente peligrosas, como consecuencia natural de su deformabilidad. Aunque esto debe ser siempre correcta y cuidadosamente interpretado y valorado.

Una clamorosa evidencia que no he visto nunca expuesta, es la falta absoluta, no sólo en la arquitectura medieval, de juntas de dilatación previstas para absorber las dilataciones de las fábricas. Hoy, y en nuestras construcciones actuales, su falta de previsión en los lugares adecuados conducirá a nuestra estructura a gravísimos problemas de difícil y costosa solución, porque las dilataciones de los morteros y hormigones hoy utilizados deben ser permitidas y absorbidas por estas juntas de dilatación. ¿Es razonable pensar que la carencia total de estas juntas en las arquitecturas antiguas, estaba justificada porque la deformabilidad de sus masas era capaz de absorber sin problemas los efectos de esas dilataciones? Lo cierto es que con todo ello, los muros románicos han llegado razonablemente estables hasta nuestros días sin manifestar problemas a este respecto, acreditando la capacidad del constructor románico.

No hay que confundir las juntas de dilatación con las juntas de asiento. Estas últimas se disponen para que el asiento de una parte del edificio, por su peso o volumen frente al que se adosa, no produzca grietas en sus zonas comunes de contacto. De esto, no obstante sólo se pueden constatar algunos casos[74], en absoluto con carácter general, como cuando algunas torres adosadas a las naves de iglesias se separan de ellas mediante este tipo de juntas o bien están claramente separadas de ellas, para que sus seguros y esperados asientos no impliquen afecciones en las fábricas de esas naves.

Si se precisaba suministrar cantidades importantes de argamasa a los tajos, el amasado final de los componentes podía requerir sistemas no manuales de batir la masa, como el formado por una viga de madera horizontal que giraba sobre un mástil central y presentaba sistemas de paletas fijados sobre aquella para batir la argamasa. El sistema era girado por operarios o por tracción animal.

4.3. LOS VANOS ABIERTOS EN EL MURO, PUERTAS Y VENTANAS

El muro románico es un muro que ha de estribar arcos, bóvedas, cúpulas, y los correspondientes sistemas de cubiertas. Elementos todos ellos que generan importantes pesos y empujes crecientes con el tamaño de las iglesias y la luz de sus naves.

74 En Egipto podemos constatar juntas de asiento dispuestas en los laterales de los pilonos de los templos, en sus zonas de contacto con la muralla del patio solar.

En los comienzos del periodo el muro confía su estabilidad y su función de estribado a su espesor, configurándose como un muro plano y continuo en el que se dispondrán muy pronto contrafuertes exteriores aparejados con él y situados en correspondencia con los puntos críticos del sistema estructural. De esta cuestión fundamental trataré más adelante. El muro sólo puede ser menos grueso cuando exclusivamente soporta cubiertas sobre armaduras de madera[75].

Pero es preciso abrir vanos en el muro para puertas y ventanas y esto se hace con prudencia para no debilitarlo. Las primeras ventanas son estrechas o aspilleradas, con único derrame, que cubren superiormente su vano con sistemas de dinteles o con boveditas cónicas (Figs. 34, 38). Ignoramos los materiales que cerraban los vanos de estas ventanas, se han documentado en algunos casos gruesos papeles aceitados,: si estuvieron cerradas por vidrios emplomados o placas de alabastro es algo absolutamente desconocido. Las puertas iniciales son de poca anchura, cubriéndose al exterior bien con dinteles y arcos de descarga que pueden cobijar o no un tímpano[76] o con uno o dos arcos escalonados en degradación. Interiormente se cubren con sistemas análogos de dinteles y arcos de descarga, de forma que todos estos sistemas abarcan y recogen el espesor del muro (Figs. 39-41).

Cuando paulatinamente la anchura de las puertas aumente, se utilizarán para cubrir su vano y sostener el muro existente sobre él, sistemas de arquivoltas en el exterior[77], prolongadas en columnitas alojadas en los ángulos que las arquivoltas producen en su entrega a los muros; con basas y capiteles esculpidos; con relieves tallados en sus arquivoltas en muchos casos, que enriquecen la articulación formal del vano (Fig. 42). Su misión fundamental es reforzar y estructurar los paños de muro concurrentes, introduciendo elementos de rigidización y contención lateral de las fábricas de esos muros. Hacia el interior, se dispondrán dinteles con o sin arcos de descarga sobre ellos, o arcos interiores. El caso de la catedral de Speyer es magnífico (Fig. 45). La articulación de las ventanas seguirá los mismos principios (Fig. 46). Es singular el tipo de ventana cubierta por piezas monolíticas en las que se abre el arco que las cierra, que vemos en Sta. Justina de Sezzadio (Piamonte-Valle de Aosta, hacia 1047, entre otros).

Muy pronto y en las puertas, el tímpano exterior resultante será una pieza enteriza que lo ocupará totalmente y que descansará sobre un dintel de piedra, apeado sobre mensulillas laterales cuando el vano de la puerta es estrecho, y cuando este aumente, sobre una columnilla o parteluz central (Fig. 43), disponiéndose así dos vanos de acceso laterales. Sobre estos tímpanos románicos se labrarán magníficos conjuntos esculpidos y pintados, que muestran al pueblo los mensajes y la doctrina que la iglesia quiere transmitir (Fig. 47). Bien que en muchos

75 En estas situaciones, además de que el sistema comporta menores pesos sobre los muros, las armaduras no generan empujes si su diseño es el correcto, entregando a la cabeza de los muros solo cargas verticales, que precisan para su estribado secciones menores de muros.

76 Tímpano es la superficie que alberga un arco.

77 Un caso glorioso de estos sistemas de arquivoltas dispuestas hacia el interior es el de la Catedral de Speyer (Alemania, siglo XI).

casos lo representado implica alegorías cuya correcta interpretación requiere conocimientos teológicos adecuados. En ellos, la figura de un Cristo terrible y justiciero enmarcada por una mandorla, que acoge y premia a los buenos y condena a las tribulaciones del infierno a los pecadores, preside normalmente el conjunto esculpido, en el lugar de entrada al espacio interior sagrado. Ejemplos magníficamente desarrollados de puertas románicas son los de Santa María de Ripoll Gerona, España, siglo XI), con un conjunto esculpido de la mayor relevancia; las estupendas y famosísimas portadas del Pórtico de la Gloria y Platerías de la catedral de Santiago de Compostela y Vézelay. Y sobre todo las estupendas fachadas totalmente esculpidas de Notre Dame la Grande de Poitiers (Fig. 44), y la catedral de Angoulême, entre otras.

En las gloriosas torres que acompañan a algunas iglesias lombardas, vemos ventanas geminadas cuyos arcos, que recogen el espesor del muro, se apean en un ancho capitel de tipo zapata y una corta columnita; estas ventanas se disponen, logrando un efecto peculiar de ligereza que caracteriza a estas torres lombardas (Cuxá; Vic, Gerona, Ripoll, todas ellas del primer tercio del siglo XI). Este tipo de ventana geminada se dispone igualmente en algunos torreones de castillos de forma espectacular, como en la fase lombarda del castillo de Loarre (Huesca, primer tercio del siglo XI).

Un especial tipo de ventana, que denominamos cruciforme, es caracterizadamente utilizada y difundida en lo lombardo. Es un pequeño vano en forma de cruz griega o a veces latina, que presenta algunas variantes y que se abre sobre todo en la parte alta de los muros oriental u occidental; relacionada con las situaciones del sol al amanecer y al atardecer como horas singulares del día. Los lombardos fueron muy devotos del culto a la Santa Cruz, y utilizan este artificio en sus iglesias para representarla mediante el singular haz de luz que por ellas incide en algunas horas del día. Cristo es luz que ilumina a todos —Yo soy la luz del mundo— (San Pietro de Agliate; Civate, San Paragorio de Noli, San Caprasio de Santa Cruz de la Serós en la que está cegada, etc...).

Otro tipo de vano, de uso mucho más restringido y que se introduce novedosamente en el tramo final del periodo es el rosetón, que tendrá una gloriosa evolución en la posterior arquitectura gótica. Es un gran óculo con tracería tallada que se dispone en la fachada occidental de las iglesias, presidiéndola, y aportando luz a su interior. Son pocos los casos conocidos, entre ellos destacaré el conservado en el museo de la catedral de Santiago de Compostela, del maestro Mateo (Fig. 49), y el que se conserva en el claustro de San Isidoro de León.

4.4. LAS MARCAS DE CANTERÍA

Es frecuente comprobar la existencia de las llamadas marcas de cantería, labradas expresamente en algunas piezas de sillería. Ya conocemos esta cuestión desde Egipto, o con los sellos impresos en los ladrillos romanos. Estas marcas de cantería no son cosa distinta, aunque en la época medieval encontremos una mayor profusión de las mismas en paramentos,

basas, capiteles, etc... pese a que muchas de ellas estén aún ocultas por revocos o se hayan eliminado con los posteriores trabajos. Los casi inabarcables y distintos tipos de marcas incisas en esas piezas, identifican a los distintos canteros o cuadrillas de canteros que las tallaron, acotando y señalando los tajos realizados para significar su autoría y facilitar su contabilidad y cobro (Fig. 48). A este respecto, un exhaustivo estudio realizado en 2012 en la catedral de San Pedro de Jaca (siglo XI, Huesca, España) por el profesor Antonio García Omedes ha identificado 430 marcas de cantero, correspondientes a 31 signos diferentes. O en el monasterio cisterciense de Veruela (Zaragoza, España), como en el castillos de Loarre (Huesca, España), ambos con profusas marcas de cantería en las que a partir del nombre completo de un cantero, se repite su letra inicial como firma de su autoría.

También existen marcas de cantería que sólo tienen por finalidad señalar la posición que el sillar o la pieza debe adoptar en la hilada (Fig. 50). Como en casos más raros, podemos ver pequeñas inscripciones en ábacos o plaquitas en las que se manifiesta la autoría de algunos maestros o escultores. En algunos casos podemos ver simples graffitis incisos por viajeros, que no se deben confundir con estos tipos de marcas. Hoy la Gliptografía es la ciencia que, entre otras cosas, estudia estas marcas de cantería.





Figs. 29 y 30. Arriba. SAINT PHILIBERT DE TOURNUS (siglo XI. Francia). Fragmento de aparejo de *opus spicatum* en el paramento del un absidiolo de cabecera recta. **Abajo**. SAN JACOBO DE RUESTA (siglo XI. Huesca). Paramento del muro sur de mampostería románica. Con recercado de piezas de piedra de mayor tamaño en ventanas y extremos del muro. Antes de la restauración que dirigí.

Fotos: Roberto Benedicto. 2012-1992.





Figs. 31 y 32. Arriba. CATEDRAL DE LÉRIDA (siglo XII). Vista parcial del paramento exterior del muro sur. Ver los sillares muy afectados por la degradación y las delgadas juntas dispuestas entre ellos. **Abajo.** NOTRE DAME LA GRANDE (Poitiers, Francia, siglo XI-XII). Ver los contrafuertes exteriores del muro sur enlazados superiormente por arcos.

Fotos: Roberto Benedicto 1990-2008.

Figs. 33, 34 y 35. Arriba. SAINT PHILIBERT DE TOURNUS (Francia, siglo XI). Columna de la nave central de su cuerpo occidental. Ver el aparejo de sillarejo lombardo, con rejuntados en los que se ha practicado la junta con el paletín. Ignoro si son originales o responden a una recuperación posterior. **Abajo izquierda.** ABACIAL DE NTRA. SRA. DE OBARRA (Huesca, primer tercio del siglo XI). Románico-lombarda. Paramento del muro sur, con lesena y arquillos, restaurado y rejuntado el pasado siglo. Ver las ventanas lombardas de doble derrame y vano aspillerado central. **Abajo derecha.** CASTILLO DE LOARRE. (Huesca, primer tercio del siglo XI). Primer recinto lombardo. Muro que deja ver su paramento exterior de sillarejo y su núcleo de mampostería irregular tomada con argamasa, ya perdida en la zona seccionada.

Roberto Benedicto. 2008-2012.













Figs. 36, 37 y 38. Arriba izquierda. ABACIAL DE SANTA MARÍA DE OBARRA (Huesca, España, primer tercio del siglo XI). Ver el muro norte seccionado antes de la reconstrucción de 1960-1970. Se ve el núcleo y los paramentos del muro. **Arriba derecha**. ABACIAL DE CLUNY III, PILARES COMPUESTOS DEL NÁRTEX (Cluny, Francia, siglo XII). Seccionados y consolidados, mostrando el núcleo interior de fábrica de mampostería. **Abajo.** ABACIAL DE URMELLA (Huesca, España, siglo XI). Ventana aspillerada de doble derrame y adintelada.

Fotos: **Arriba izquierda**: José Tricás. 1965. Roberto Benedicto. 2010-1997.







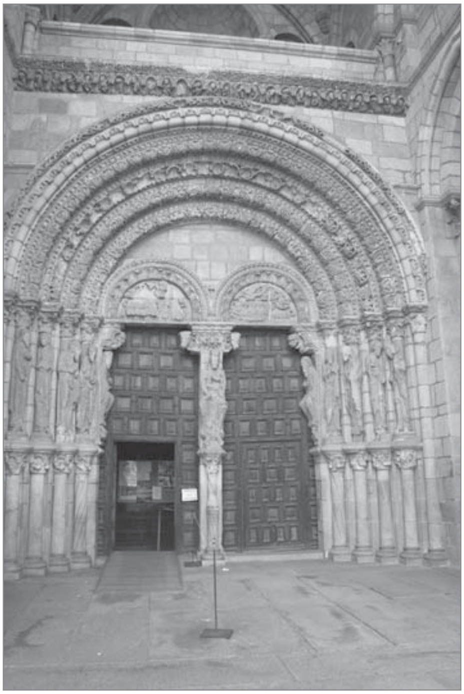
Figs. 39, 40 y 41. Arriba izquierda. SAINT GENIS DES FONTAINES (Rosellón, Francia, siglo XI). Ver el glorioso y famoso dintel esculpido apeado por mensulitas que cubre el único vano, el arco de descarga superior y el tímpano ciego. **Arriba derecha.** SANTA MARÍA DE OBARRA (Huesca, España, primer tercio del siglo XI). Esta puerta lombarda de un sólo vano y dos arcos articulados en jambas esquinadas que la cubren, conservaba débiles trazos de pintura de almagre. **Abajo.** SAN PEDRO DE CASERRES (Gerona, España, siglo XI). Interior de la puerta románica de acceso a la iglesia. Ver el arco superior, casi una bóvedita de medio cañón que recoge el espesor del muro y el dintel que regulariza el vano para adaptarse a la puerta.

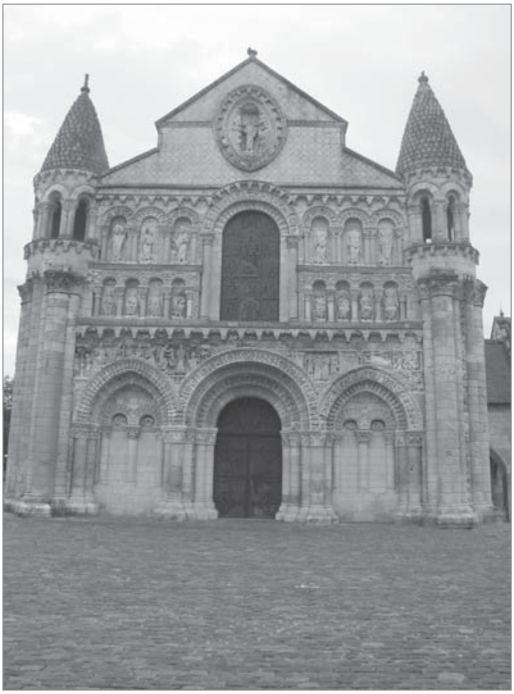
Fotos: Roberto Benedicto 2005-1999-2013.

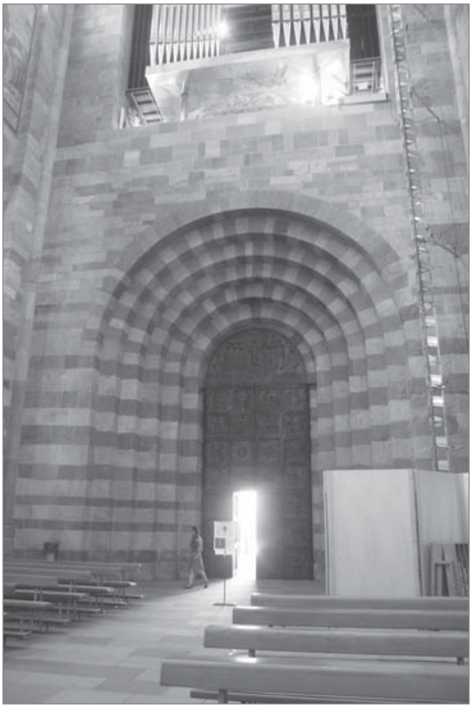


Figs. 42, 43 y 44. Arriba. SANTIAGO DE AGÜERO (Huesca, siglo XII). Puerta sur. Ver las arquivoltas que se articulan con columnitas alojadas en los retranqueos de las jambas. **Abajo izquierda.** SAN VICENTE DE ÁVILA (España, siglos XI-XII). Puerta occidental. Tímpano doblemente articulado y columna central configurando dos vanos de acceso. **Abajo derecha.** NOTRE DAME LA GRANDE (Poitiers, Francia, siglo XII). Portada occidental.

Fotos: Roberto Benedicto 2010-2013.











Figs. 45, 46 y 47. Arriba izquierda. CATEDRAL DE SPIRA (Alemania, siglo XI-XII). Puerta de acceso desde el interior de la nave ventral, con la magnífica serie de arquivoltas que descargan el muro. **Arriba derecha.** CATEDRAL DE JACA (Huesca, siglo XI). Ver la ventana del ábside sur, con articulación de arquivoltas y columnitas. **Abajo.** SAINTE FOY DE CONQUES (Aveyron, Francia, siglo XI). Glorioso tímpano esculpido en su portada principal.

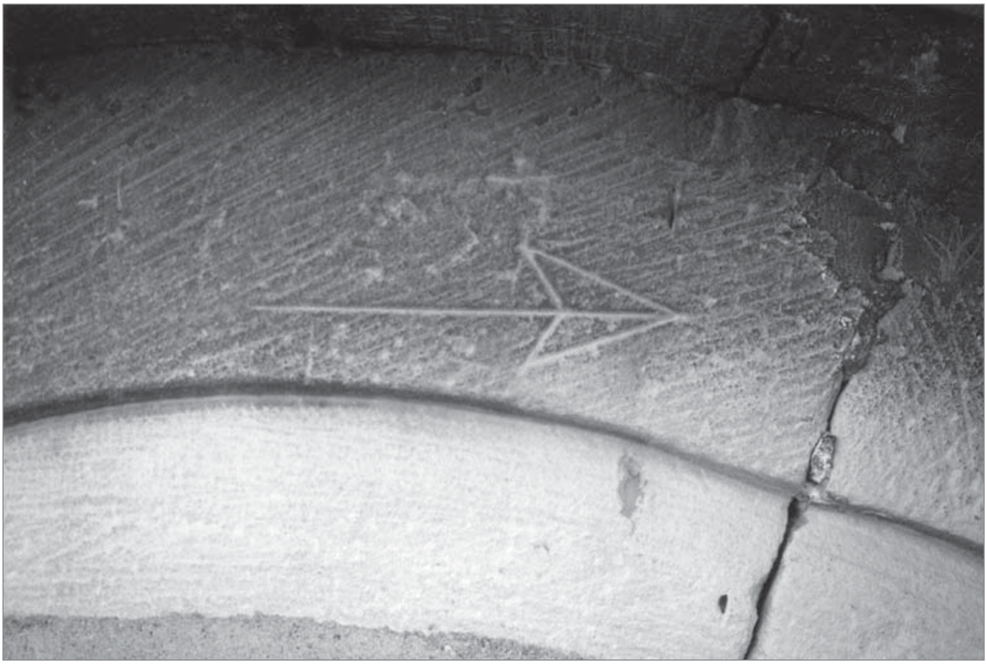
Fotos: Roberto Benedicto 2005-2013-2010.





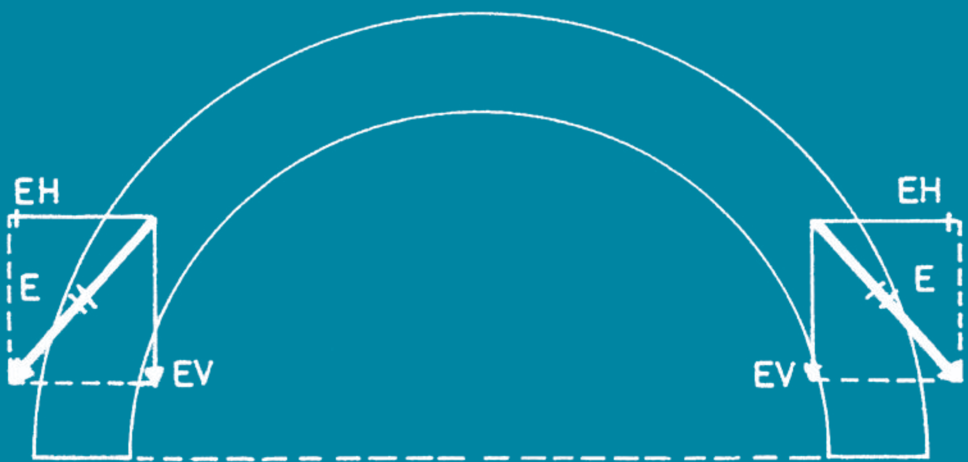
Figs. 48, 49 y 50. Arriba izquierda. CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (España, siglo XI). Marca de cantero en una semicolumna de un pilar compuesto de la nave principal. **Arriba derecha.** MUSEO DE LA CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA. Rosetón de la fachada occidental del Maestro Mateo, hacia 1200. **Abajo.** SAN SALVADOR EN MURILLO DE GÁLLEGO (Huesca, siglo XII). Marca de posicionamiento de la pieza en el arco del óculo del cimborrio.

Fotos: Roberto Benedicto. 2013-2000.



CAPÍTULO 5

LOS ARCOS ROMÁNICOS



5.1. LOS TIPOS DE ARCOS ROMÁNICOS

La relativa variedad de arcos utilizados en el periodo románico, es cuestión que no deja de sorprenderme. Como se verá, en no pocas ocasiones se utilizan arcos de distinta tipología en un mismo monumento sin que sea evidente por qué. Es esta otra cuestión más que la investigación no ha transitado.

El arco generalmente utilizado es el semicircular o de medio punto, pero también se utilizan arcos de distinta geometría. Entre ellos, no es infrecuente ver arcos de geometría elíptica o cercana a la elipse[78] (Fig. 52). También se pueden ver arcos rebajados, es decir arcos que son parte de un semicírculo y que en su plano de imposta[79] presentan tangentes no verticales; el llamado arco diafragma que estudio más adelante (Fig. 66) y arcos de geometría irregular que son producto de intervenciones chapuceras y de poco oficio. En todos estos casos las dovelas[80] tienen la misma altura en todo el arco. Pero igualmente se puede comprobar la existencia de arcos que no presentan sus dovelas con la misma altura, siendo esta progresivamente mayor desde sus arranques hacia su clave; este último tipo de arco, que presenta su intradós y extradós semicircular, es el arco románico-lombardo de uso generalizado en la arquitectura románico-lombarda (Fig. 53), del que más adelante trato.

En raras ocasiones, se ven arcos que empotran las zonas de sus arranques en sus muros de apoyo (Fig. 51). Este tipo de arco aparece ya utilizado en Roma, donde según Choisy, es utilizado en las bóvedas de medio cañón para reforzarlas y recibir pesos no uniformemente repartidos sobre ellas, como muros transversales u otros[81]. No es este el caso en la construcción románica donde su ubicación no suele relacionarse con este tipo de misión estructural.

Con mayor frecuencia vemos arcos que se empotran en sus arranques en las plementerías de las bóvedas de arista, cuyo tramo definen, de forma más o menos parcial. Aparentando la

78 La opinión de que este tipo de arco es consecuencia del asiento y deformación del arco semicircular, es claramente equivocada. Pese a la deformabilidad expuesta anteriormente de las fábricas románicas, una deformación tan notable y simétrica en el mismo arco no es posible. Los asientos y deformaciones que implica tienen necesariamente que producir serias grietas y afecciones. Dándose además el caso de que existen arcos elípticos en serie bajo una bóveda de medio cañón, absolutamente estables a lo largo de los siglos (nave central de Santiago de Compostela, Fig. 52), o arcos fajones elípticos en tramos de bóvedas de crucería románica como en la importante iglesia de San Ambrossio de Milán; agrupados conformando los cuatro arcos torales de un crucero (El Salvador de Murillo de Gállego, Huesca, España). E incluso aislados, pero en situación de que esas mal traídas deformaciones hubieran causado la ruina del arco (Pórtico de la catedral de San Pedro de Jaca, Huesca). Con lo dicho se hace evidente lo erróneo de este criterio tan difundido.

79 Es el plano que define el arranque de un arco, bóveda o cúpula.

80 Cada pieza que forma el arco.

81 Choisy, August, *El arte de construir en Roma*, o.c., pp. 155-163.

geometría de los arcos románico-lombardos, sin serlo. Situación que vemos repetida en las criptas y en alguna situación de las naves. De ello trataré por su claro interés en el apartado que estudia las bóvedas de arista románicas.

Otro tipo de arco de clara influencia romana, bien que raramente utilizado, presenta sus dovelas con cortes superiores y laterales rectos en su extradós, para adaptarse al aparejo de sillería de sus muros (Fig. 54, Catedral de Speyer, Alemania, siglo XI). El arco polilobulado, de clara influencia musulmana es utilizado en pocas ocasiones (Fig. 55); lo vemos en función estructural y con notable desarrollo en el crucero de San Isidoro de León y como arquivolta interior sobre el vano de una pequeña puerta lindante a los pies de la misma iglesia con el importante Panteón de los Reyes; igualmente está presente, semiempotrado y en función de articulación del muro, en la portada de las Platerías y en pequeños vanos cegados de la parte superior del ábside mayor de la catedral de Santiago de Compostela; en la iglesia de La Peregrina en Sahagún (León, España, siglo XII); en el interior y a veces en el exterior de los cimborrios de las catedrales de Zamora, Salamanca y Toro (España, siglo XII). Los arcos trilobulados y pentalobulados que presentan las arquerías del claustro de San Pablo del Campo (Barcelona, España, siglo XI-XII), están tallados en las piezas de sillar de las hiladas concurrentes, de forma que son falsos arcos por aproximación de hiladas. Entre otros ejemplos.

Vemos arcos túmidos, estos muy raramente utilizados, en disposición de articulación mural del ábside de la iglesia románico-mudéjar de San Lorenzo de Sahagún, ya del siglo XIII. Y arcos de herradura, como el que cubre la puerta de acceso al claustro desde la iglesia alta en el monasterio de San Juan de la Peña (Huesca, España, siglo XI); en San Miguel de Cuxá (Conflent, Francia, siglo XI), nos llegan en su transepto y en su puerta sur con sus dovelas iniciales dispuestas horizontalmente, y con retallos en su plano de imposta que sirvieron para el apoyo de su cimbra; en el pequeño grupo de iglesias del Serrablo (Huesca, España, siglo XI); y en el área catalana (España), en que se presentan cubriendo los vanos que separan las naves, en el de embocadura del ábside y en algunas puertas: San Quirce de Pedret, Marquet, San Feliu de Boada, san Martín de Fonollar; todas ellas de últimos del siglo X y principios del XI.

Hacia el final del período se introducirá el arco apuntado (Figs. 64 y 67) que ya fue utilizado en Mesopotamia al menos hacia 1500 a.C., bien que sin continuidad posterior. Su utilización generalizada se produce en la gran iglesia abacial de Cluny III (1086-1130), monumento que por su gran importancia y prestigio influirá en su difusión.

El arco románico-lombardo anteriormente mencionado, presenta dovelas de desigual altura y se corresponde en su trazado a un arco con intradós y extradós semicirculares; de forma que el arco de su extradós está ligeramente peraltado sobre su plano de imposta, cuestión que es causa de esa geometría. Lo podemos ver en funciones estructurales, cubriendo vanos de puertas, ventanas, o en situaciones de articulaciones murales[82]. En las puertas y en venta-

82 En puertas y ventanas, el arco lombardo presenta una más acusada diferencia entre la altura de su clave y las de sus zonas de arranque. Tal parece que a mayor responsabilidad estructural del arco menor es esta diferencia, que existe en todos los casos.

nas, suele presentar un arquito plano de piezas pequeñas sobre su extradós, que lo subraya y completa a efectos de articulación con el muro y sin ninguna función resistente.

Este tipo de arco aún lo podemos ver utilizado en épocas muy tardías[83]. Afirmar que esa divergencia entre intradós y extradós se establece para absorber mejor los empujes que se generan en estos arcos, me parece una cuestión sin fundamento. Como se verá, Las tensiones de compresión resultantes de aquellas acciones han de ejercerse por el interior del arco, y la menor altura de sus dovelas en los apoyos, consecuencia del peralte de su extradós, implica que si la sección del arco en esas zonas es la correcta, la de la zona superior es claramente sobreabundante y que si esta es la correcta, las inferiores están por debajo de la sección necesaria.

Lo cierto es que este arco presenta dovelas radiales hacia el centro de curvatura del semicírculo de su intradós, todas desiguales y de distinta altura, cuya talla debe efectuarse una por una, con la carga de trabajo que ello conlleva. Algo contradictorio con el permanente esfuerzo de simplificación de los trabajos que el constructor antiguo impulsa. Pero ahí están y en importante número. He podido constatar la existencia de arcos de esta tipología en monumentos romanos[84] (Fig. 56), lo que me parece una muestra más de la relación de la arquitectura románico-lombarda con la construcción romana. La realidad es que esta es una cuestión más sobre la que la investigación no ha incidido y sobre la que no debemos conjeturar afirmaciones infundadas. ¿Es simplemente consecuencia de una influencia de tipo exclusivamente formal?

Como se ve, y en contra de lo usualmente repetido, existe una notable variedad en los arcos utilizados en la construcción románica. Pero lo sorprendente es ver arcos de medio punto junto a otros de geometría elíptica, lombardos, o de apariencia lombarda, sin que exista causa alguna que lo justifique.

Evidentemente la construcción de los arcos se realiza para abrir vanos en los muros abandonando el uso de pesados dinteles, o para estribar bóvedas y cúpulas. En todos los casos el arco recoge el peso y empujes que recibe de los elementos construidos sobre él, bóvedas, cúpulas, cubiertas y muros, transmitiéndolo a muros, pilares o columnas que se disponen como sus estribos.

83 Entre muchos otros lugares, citaré los arcos construidos en los vanos de las puertas de los recintos amurallados medievales de Milán y en Como (Lombardía), de fecha muy posterior al románico. Y aún podemos ver arcos de esta tipología en el siglo XV, en edificios insignes de los inicios del renacimiento. Palacio Médici (Florencia, Michelotto), o en el Palacio Pitti de la misma Florencia, en ambos casos cubriendo los vanos de sus fachadas, y aún en forma de arcos apuntados.

84 Arco de embocadura a uno de los accesos a la arena en el anfiteatro romano de Tarragona.

5.2. EL FUNCIONAMIENTO ESTRUCTURAL DEL ARCO

Merece la pena recordar aquí algunos conceptos primarios sobre el funcionamiento estructural de un arco, sea este de la naturaleza y geometría que sea. Porque es básico para la correcta comprensión del funcionamiento estructural de bóvedas y cúpulas.

Supongamos el caso más simple, un arco de medio punto con dovelas de igual altura sometido sólo a su propio peso. Tomemos de él una dovela aislada y en equilibrio en el espacio. Sus planos de junta son radiales y convergentes hacia el centro de curvatura semicircular del arco. En esta situación, la dovela está sometida exclusivamente a su propio peso P que actúa en su centro de gravedad (Fig. 58). Para que la dovela esté en equilibrio, las secciones de arco situadas a su derecha e izquierda han de ejercer unas reacciones de carácter difuso en sus superficies de contacto, que representamos por sus resultantes Q y R. Que deben compensar sus efectos y su suma debe ser cero. Sean m y n los puntos en que las acciones Q y R inciden en los planos de junta, llamamos a estos puntos centros de presión.

Todas las demás dovelas del arco están sometidas a un similar conjunto de pesos y reacciones que el aquí descrito, aunque las fuerzas P (las dovelas pueden ser desiguales), Q y R varían en intensidad y en dirección para cada una de ellas, incidiendo en sus respectivos planos de junta en puntos similares a m y n. Llamaremos a la línea teórica que une todos esos centros de presiones en cada plano de junta de todas las dovelas del arco, línea de presiones del arco. Si suponemos dividido el arco en infinitas secciones en lugar de sus dovelas, obtendríamos la misma línea.

Si seguimos los principios de la Teoría Elástica, para que el arco así construido sea seguro y estable, será necesario que se cumplan tres condiciones. La primera de ellas es que esa línea de presiones incida siempre en el interior del núcleo central[85] de todas las infinitas secciones del arco. Con ello y por la condición del núcleo central de una sección, todas esas secciones estarán sometidas solamente a esfuerzos de compresión y no existirán tensiones de tracción que implican el riesgo de aparición de grietas; ya que las fábricas con las que se construyó la arquitectura antigua, adobe, tapial, argamasas, piedra o ladrillo, tienen una capacidad resistente a la tracción muy baja. Tan baja que hoy no la consideramos en nuestros cálculos.

La segunda condición es que todas las infinitas secciones del arco resistan con un margen de seguridad razonable las tensiones de compresión a que están sometidas. Para ello deben presentar la dimensión necesaria y el material en que están construidas las dovelas y la argamasa deben ser suficientemente resistente.

La tercera condición, que suele cumplirse salvo en algunos raros casos, es que el rozamiento entre las dovelas con la argamasa en sus planos de junta impida el deslizamiento de unas dovelas sobre otras. Serán estas tres condiciones las que tenemos que comprobar, si-

85 Ver supra, nota 57.

guiendo la Teoría Elástica, para que su cumplimiento asegure la estabilidad del arco. Añadiendo que las tensiones se resistan con un cierto margen de seguridad, que en la arquitectura antigua es importante.

Si en cambio, seguimos los principios de la Teoría Plástica, bastará para asegurar la estabilidad del arco, que las líneas de centros de presiones discurran siempre por el interior de todas las secciones del arco, y que ante las tensiones producidas éste sea resistente y estable en una proporción segura. Las tensiones, ahora, deben transmitirse siempre dentro del material de la fábrica del arco. Para un sistema de cargas dado y en un momento dado, siguiendo los principios de la Teoría Plástica, los puntos de aplicación de los empujes deben estar siempre en una línea de centros de presiones completamente interior al arco.

Así, el concepto de núcleo central se convierte en una situación particular de lo expuesto por la Teoría Plástica; ciertamente que el más seguro para el arco, puesto que dado que su núcleo central se corresponde con la zona central de su sección, las líneas de presiones que lo recorran en su integridad motivarán que en todas las secciones existan únicamente esfuerzos de compresión y la estabilidad del arco.

Para poder comprender fácilmente lo expuesto utilizamos vectores que representan la suma resultante de las tensiones difusas que son las que realmente se generan en la masa del arco. Siguiendo esta representación, la resultante total de las tensiones que se generan en el arco a lo largo de la línea de centros de presiones, podemos entenderla resumida en dos acciones o empujes —E—, simétricas, que actúan hacia el exterior del arco y cuyo punto de aplicación se sitúa aproximadamente a la mitad de su altura.

En esos dos puntos de aplicación, si descomponemos según el paralelogramo de fuerzas los vectores que representan esos dos empujes resultantes, tendremos un vector vertical o peso y otro horizontal o verdadero empuje, que es al que realmente hay que atender (Fig. 57). Bien que el vector resultante total —E— sea al que nos referimos al hablar del empuje resultante del arco. Naturalmente para que el arco sea estable, esos empujes deben ser contrarrestados con margen de seguridad suficiente y esta es la misión a cumplir por sus estribos que a su vez deben ser estables y seguros.

En el gráfico que se acompaña (Fig. 59), una de las infinitas líneas de centros de presión es la que proporciona empujes mínimos totales. Esa línea, A3B, incide en los apoyos con la mayor inclinación de entre todas las posibles líneas que discurran por el interior del arco. Es decir, que para un sistema de cargas dado correspondiente a la línea de empujes mínimos, el empuje que entrega el arco es el más inclinado. Si lo descomponemos según los ejes vertical y horizontal, la componente horizontal del empuje será la mínima. Al contrario que la situación que se plantea con la línea de empujes máximos, C2D. Las líneas de empujes intermedias producirán empujes menores al máximo y mayores que el mínimo.

En el momento en que la línea de centros de presión incida en puntos exteriores al núcleo central (Teoría Elástica) aparecerán tensiones de tracción. Y en el punto donde esto suceda se

generará una articulación y la consiguiente fisura. Como consecuencia de esto la sección resistente del arco disminuye en ese punto en la medida en que esa fisura genera el vacío, a través del cual es imposible la transmisión de tensiones. Así se producirá una nueva readaptación de la línea de centros de presiones y un aumento de las tensiones en la sección disminuida del arco. A medida que la fisura crece, estos efectos crecen formándose una grieta creciente, mientras disminuye progresivamente esa sección con las naturales y serias consecuencias. Siguiendo la Teoría Plástica cuando en un momento dado esta línea de centros de presiones sea tangente a los límites del arco en cuatro puntos, se producirán cuatro articulaciones y llegará el colapso del arco. Naturalmente también con mayor razón si la línea de centros de presiones se sale del arco.

Hemos partido, por simplificar el razonamiento, de un arco sometido solamente a su propio peso, pero esta es una situación infrecuente. Un arco recibe pesos y empujes de los elementos que soporta. Este hecho incidiría en el aumento de las acciones sobre cada dovela que se suman a su peso propio, y de las fuerzas Q y R anteriormente descritas. Pero la transmisión de las nuevas tensiones entre las dovelas y secciones del arco se producirá del mismo modo y existirán tanto los centros de presiones, la línea de presiones y los empujes máximos y mínimos para cada estado de cargas. Será imprescindible que el arco se apoye sobre estribos seguros y estables a los que transmitirá sus empujes. Repito que estos empujes se traducen en la realidad en acciones difusas en el propio arco y sobre las fábricas de sus estribos. La representación que nos hacemos con estos vectores nos es útil para comprender mejor las cosas, pero no es la real.

El arco, claro que no sólo el de medio punto, sino cualquier tipo de arco, tiene un mecanismo estructural y de transmisión de las cargas y empujes transmitidos a sus estribos como el descrito. Será necesario construir los elementos de estribo con la disposición geométrica adecuada y con la sección y resistencia suficientes para que el arco sea estable. Cuando en un estribo, por las razones que sea, se produce un asiento o un giro en su zona superior, el arco que en él se apoya seguirá esa deformación y su geometría se modificará en función de la magnitud de ese movimiento local. Movimientos que si todo está bien construido no implicarán más que readaptaciones de las líneas de presión tolerables por la estructura. Un hecho que abunda en la certeza de la Teoría Plástica.

Se ha dicho que un arco tiene la tendencia a «empujar» hacia su extradós en las zonas vulgarmente llamadas de sus riñones, situadas alrededor del 45-50% de la altura del arco. Lo que es la transposición a términos vulgares de lo anteriormente expuesto. Es en estos puntos donde podemos considerar aplicados sus empujes resultantes. Cabe señalar, como se verá más adelante, que en la bóveda de crucería cuatripartita y de arista, según Jacques Heymann[86], el punto donde se entrega el empuje resultante de estas bóvedas, que se ejerce por medio de los «arcos» diagonales y aristones de las mismas está precisamente situado a media altura de ellos y por analogía se considera que el punto de entrega del empuje resultante del arco se produce entre un 45%-50% de altura del mismo, precisamente en las zonas en las que sus líneas de

86 Heyman, Jacques, *Teoría, historia y restauración de estructuras de fábrica*, 1995, Cehopu, pp. 26-31.

empuje máximo y mínimo se cortan entre sí (Fig. 59), y en la de los mencionados «riñones» del arco. Aunque para la comprobación rigurosa de esto en cada caso, el cálculo es necesario.

Por otra parte hay que señalar que el arco es un adecuado elemento estructural para recibir cargas uniformemente repartidas. No para recibir cargas puntuales cuya naturaleza exige otro tipo de elementos de soporte. Cuando tal cosa se pretende, las secciones necesarias resultan claramente desproporcionadas y no son propias de una utilización razonable del arco. Claro que todo esto, expuesto en estos términos, era desconocido por el constructor antiguo, que aplicaba sus conocimientos experimentales basados en las reglas proporcionales y geométricas de que anteriormente se ha tratado, con éxito total.

5.3. LAS DOVELAS DEL ARCO

Característica común a todos los arcos románicos es que presentan sus dovelas aparejadas en disposición radial, con sus planos de junta laterales según planos que convergen en los centros de curvatura de su intradós. Como se ha dicho, el arco más utilizado es el arco de medio punto con dovelas de la misma altura, que era ya un elemento estructural plenamente experimentado, seguro y de consolidada tradición.

Se abandona en lo románico, como en los periodos carolingio y prerrománicos, la colocación de dovelas colocadas a hueso. Se ha tratado anteriormente de esta cuestión en el caso del muro románico. Por las mismas razones, la dificultad que implica el tallar planos de junta en las dovelas lo suficientemente lisos y adecuados para la correcta transmisión de las tensiones de compresión a que están sometidas, obliga a interponer entre ellas delgadas juntas de argamasa que absorben las irregularidades de talla y son capaces de transmitir las tensiones entre las dovelas.

Se utilizarán como dovelas piezas de piedra en forma de laja, sillarejo, dovelas bien talladas de piedra, así como el ladrillo; tomados todos ellos con más o menos argamasa de cal. De forma que entre las dovelas se interpondrá una junta progresivamente más delgada de argamasa. Pero esa disposición radial de las dovelas hacía imprescindible la utilización de un «molde» o cimbra y la de sus correspondientes sistemas de apoyo para sostener las dovelas en su lugar durante el proceso de la construcción del arco.

Si el arco se va a construir con dovelas de piedra talladas, la talla de las dovelas del arco se realiza a pie de tajo. Para ello, se traza el arco sobre un plano horizontal o vertical, a tamaño natural, y se divide el arco trazado en el número de dovelas que se considere oportuno, que ofrezcan un tamaño y peso manejable, obteniéndose del dibujo trazado la testa[87] de las dovelas, que permite sacar las plantillas necesarias.

87 Cara frontal de la dovela.

Si estas dovelas se tallaran con sus caras de junta paralelas, necesitarían que sea la junta de argamasa la que regularice la curvatura del arco, disponiéndose más estrecha en su intradós que en su extradós, en forma de cuña. Para regularizar la junta y conseguir un adecuado espesor uniforme de la misma, la dovela se debe tallar con sus caras de junta radiales y convergentes hacia el intradós, consiguiéndose así juntas radiales de espesor uniforme.

Si se decide disponer todas las dovelas iguales se tiene un proceso de talla estandarizado más sencillo por la repetición. En este caso el número total de dovelas será par, existiendo una junta en la posición de la clave del arco. Cuando se disponga una dovela en función de clave el número total de dovelas será impar. Pero la situación más generalizada es el uso de dovelas desiguales. En uno u otro caso, la clave o dos dovelas cierran el arco, de forma que su introducción provoque la compresión del resto de las dovelas. Una vez decididas estas cuestiones, la talla de las dovelas, sean iguales o desiguales, precisa de la confección de plantillas que reproduzcan la testa de esas dovelas para servir de guía en su talla que se realiza a partir del bloque de piedra dispuesto al efecto, un bloque mayor que la dovela que debe obtenerse de él.

La construcción románica abordará la construcción de arcos que en un principio constan de dovelas radiales. El arco puede presentar dovelas enterizas de sección rectangular o estar compuesto por varias piezas aparejadas que conforman una dovela total (Fig. 63), en ambos casos con o sin molduración.

5.4. LA CIMBRA

En el proceso de construcción del arco, las dovelas necesitan estar apoyadas en un soporte o cimbra hasta que colocada la última dovela de cierre o clave del arco y efectuado su descimbrado, éste entra en compresión y es estable. Llamamos cimbra al «molde» de tablazón de madera, o similar sistema, sobre el que se apoyarán las dovelas del arco durante este proceso.

Esta cimbra debe reproducir la geometría del intradós del arco, que si es semicircular, facilita que la prefabricación de sus elementos de soporte se pueda hacer fácilmente a pie de tajo en función del radio del arco a cimbrar. Debe ser sostenida y mantenida en su lugar firmemente durante el proceso de la construcción del arco por una estructura auxiliar, que era de piezas de tablones y vigas de madera que presentaban diseño y dimensionamiento variable, en función de la luz y el peso del arco a construir. Sistema que a su vez debe de ser sostenido por pies derechos, también de madera, que se apoyan en el suelo y lo elevan hasta el plano adecuado para situarlo. Todo este conjunto de cimbra, estructura auxiliar y pies derechos, puede ser muy sencillo para arcos pequeños o implicar complejas construcciones de madera en casos de arcos de importante luz, sobre todo si se han de construir en altura (Fig. 61).

La condición de provisionalidad de este tipo de medios auxiliares, hace que nuestras suposiciones al respecto se basen en el conocimiento de experiencias recientes. La utilización de la madera para su construcción es consecuencia de que era entonces el material más accesible para ello.

Los sistemas construidos para apoyar la cimbra se apoyaban generalmente en el suelo, cuestión razonable para alturas moderadas (Fig. 61), pero que ofrecía una dificultad y complejidad creciente con la altura del arco a cimbrar ya que los pies derechos deben ser armazones potentes y bien arriostradas entre sí. Para evitar este costoso trabajo se utilizaron sistemas de vigas empotradas en huecos practicados al efecto bajo los planos de imposta de los arcos, con apoyos intermedios en su caso. Vigas que también se podían apoyar, en casos de luz moderada y si era posible, en los ábacos[88] de los capiteles, cornisas de los muros y lugares similares. El ábaco y las cornisas en los planos de imposta vuelan sobre el capitel, el muro y el pilar, y esos vuelos pueden llegar a ofrecer apoyo a los sistemas de apeo de la cimbra. He podido constatar, en algunos casos tardíos (cito entre otros el deambulatorio de la cabecera de la iglesia abacial cisterciense de Moreruela (Fig. 62, Zamora, siglo XII), en que este vuelo del ábaco se produce tanto como el arco a cimbrar lo precisa. Igualmente he citado el caso de algunos arcos de herradura que presentan un retallo en su plano de imposta para recibir la cimbra (San Miguel de Cuxá, entre otros). De cualquier forma, es necesaria además la construcción de plataformas de trabajo situadas a una altura que permitan la construcción de los arcos, sus escaleras de acceso y resolver el sistema de elevación de materiales al tajo.

Una vez que se considera que las argamasas del arco han fraguado adecuadamente para ello, el arco se descimbra y entra en carga. En este momento se produce un pequeño e imperceptible asiento que origina una ligera readaptación de la línea de centros de presiones interior al arco y con ella de los empujes. Si se han hecho bien las cosas el arco será estable, bien que éste es el momento más crítico.

De la misma manera si el arco está construido, en carga y cumpliendo su misión estructural y se produce una variación del estado de sus sobrecargas, un asiento diferencial tolerable, la acción del viento o un pequeño movimiento sísmico, se producirá inmediatamente una readaptación. Todas estas cuestiones darán lugar a una nueva posición de su línea de centros de presiones que nosotros hemos supuesto inmutable por el cálculo elástico. Si hemos previsto un margen conveniente de seguridad esa adaptación no afectará a la estabilidad del arco.

88 El ábaco, es una pieza de piedra dispuesta sobre el capitel, que comienza a utilizarse en la arquitectura adintelada de los templos egipcios, y que tiene la misión de recoger los dinteles de esa arquitectura. En lo románico, el ábaco se dispone sobre el capitel o forma parte solidaria con él. Ofreciendo una zona de entrega, más o menos completa a los arcos y a las plementerías concurrentes de las bóvedas de arista que sobre él inciden.

5.5. LAS ARQUERÍAS, EL ARCO DOBLADO, EL ARCO APUNTADO

Pero el arco no sólo se presenta aislado, una de sus utilizaciones más caracterizada está en su agrupación en arquerías continuas. En ellas los arcos reciben los pesos y empujes de las fábricas y elementos estructurales situados por encima de ellos. La geometría de esas arquerías motiva que entre los arcos aparezcan zonas de muro que penetran entre ellos hasta sus planos de imposta, y que llamamos enjutas o albanegas[89], cuyo eje es coincidente con la columna o pilar de estribo común de los arcos. Estas zonas son particularmente estabilizadoras de esos arcos, ya que así el empuje ejercido por cada dos arcos contiguos es recogido por ellas, combinándose y sumándose a los pesos y empujes provenientes de elementos superiores. La aplicación de vectores simplifica la comprensión de lo que ahora expongo (Fig. 60).

Las componentes horizontales —E— que transmiten los arcos se equilibran, ya que generalmente los arcos que forman estas arquerías son iguales y reciben pesos y empujes iguales. Las componente verticales de esos empujes —V— se suman a los pesos y empujes superiores —P—, transmitiéndose al pilar o columna de las arquerías que deben estribarlos con seguridad. De esta forma los empujes horizontales están en equilibrio. Cualquier situación que lo alterara produciría los efectos subsiguientes, ya que una acción quedaría ejerciendo tensiones no estribadas correctamente.

Un equilibrio que en los extremos de esa arquería puede no existir si no se disponen los elementos de estribo necesarios para ello que compensen adecuadamente el empuje de los arcos situados en los extremos. Es el caso de las arquerías que dividen las naves de una iglesia. En ellas, pueden aparecer movimientos y grietas en sus extremos, si los pilares torales del crucero, muros de ábsides o el muro de los pies, no presentan las disposiciones estructurales necesarias para contrarrestar esos empujes[90].

Es muy frecuente la utilización de arcos dobles, de sección compuesta. En ellos el arco superior recoge el espesor del muro y a su intradós se adosa otro arco de menor anchura (Fig. 63). De esta forma, el arco total es más resistente. Pero sobre todo, el apilastramiento del arco inferior —más estrecho— ofrece un aumento de la sección del pilar y una situación más adecuada para disponer un capitel, con mejor proporción y artificio, facilitando así la articulación del pilar. La cimbra a realizar en estos arcos, debe resolver con su disposición esta cuestión.

89 Las albanegas de un arco son las zonas de muro laterales a él, entre su plano de imposta y su clave. En dos arcos contiguos la albanega común tiene forma de cuña.

90 Aunque el caso a que acudo, es de cronología anterior al periodo que estudiamos, se constituye en un magnífico ejemplo de esto. La iglesia Hispano Visigoda de San Pedro de la Nave (El Campillo, Zamora, España, siglo VII), presenta hoy los dos primeros arcos occidentales de su breve y reducida arquería principal, cegados con fábrica de ladrillo. Tal fue la solución que su arquitecto restaurador introdujo para estribar el empuje del que trato en el texto, que fue la causa de la ruina anterior a la intervención en esta parte de la iglesia. Intervención llevada a cabo por el arquitecto Alejandro Ferrant, que supuso el traslado y reconstrucción de la misma en lugar seguro, ya que iba a ser inundada por el pantano del Esla. Ante el escaso espesor del muro occidental en que se apoyaban estos arcos y la falta de un contrafuerte exterior, que no se debía construir de nueva planta, ya que era ajeno a estas arquitecturas. Aunque la disposición de tirantes que equilibraran esos empujes no contrarrestados hubiera sido mucho menos impactante.

El arco apuntado se recupera hacia el final del siglo XI[91], comenzando desde entonces a ser adoptado por las ventajas que comportaba frente al arco de medio punto y otros arcos utilizados. La mayor inclinación que el arco apuntado presenta en sus ramas respecto al arco de medio punto, motiva que la dirección del empuje que transmite a sus estribos se aproxime más a la vertical, ya que esta dirección es función de la geometría del arco. Cuestión fundamental, ya que así para salvar la misma luz bajo las mismas cargas, el arco apuntado presenta por tanto la componente horizontal de su empuje, menor que el arco semicircular (Fig. 64) y éste menor aún que para el arco elíptico. Así los estribos a construir pueden ser algo menores.

El trazado del arco apuntado consta de dos ramas de arcos siempre semicirculares y simétricas con respecto a su eje vertical. La situación simétrica de sus centros de curvatura es de libre elección por el constructor e implica que para una misma luz a cubrir, puedan trazarse arcos de distinta altura y curvatura en sus ramas. En general los más usados fueron el arco llamado equilátero y el de tres centros (Fig. 64). Este último fue el más característico del primer gótico en la Isla de Francia.

Por otra parte, en los tramos de las naves laterales cubiertos normalmente con bóveda de arista sobre planta rectangular y como más adelante se tratará, estos arcos apuntados sustituirán eficazmente a los arcos de medio punto que venían construyéndose de forma excesivamente peraltada en los lados cortos, para evitar que los plementos de las bóvedas de arista recayentes hacia ellos fuesen excesivamente rampantes (Fig. 65). Cuestión que supondrá un paso fundamental para el posterior desarrollo de las bóvedas de crucería.

Las dovelas del arco apuntado son normalmente de sillar tallado con juntas delgadas, su aparejo es radial y convergente hacia el centro de curvatura de cada rama del arco semicircular al que pertenecen y por tanto con planos de junta perpendiculares a su intradós. Su talla se realiza de la misma manera que anteriormente se ha explicado y su colocación requiere la colocación de dos cimbras simétricas con las mismas circunstancias descritas para el arco de medio punto, adaptadas a la nueva geometría del arco. Finalmente diré que en el arco apuntado no suele existir una dovela en su clave sino un plano de junta, cuestión que simplifica su construcción, ya que evita tallar una dovela de clave con dos curvaturas que se entregarían a las dos ramas del arco.

El que las ramas del arco apuntado sean ramas de arcos semicirculares y no de otra geometría no es una cuestión baladí. La construcción de las cimbras se ajusta así a trazados semicirculares, correspondiéndose con una geometría sencilla y fácilmente reproducible en taller para «prefabricar» sus elementos de madera. Como la talla de sus dovelas que se efectúa del mismo modo que las del arco de medio punto. Además de que las ramas del arco responden a los empujes según elementos de arcos de medio punto bien experimentados y conocidos.

91 La utilización generalizada del arco apuntado en la iglesia abacial de Cluny III (Francia), y la trascendental importancia de la orden de Cluny, influyeron de manera decisiva en su difusión.

Los arcos pueden presentar su plano de imposta elevado sobre el plano que definen los ábacos y cornisas, entonces el arco se llamará arco peraltado y su peralte será la altura con que se eleva su plano de imposta sobre las referencias anteriores.

5.6. LOS SALMERES DEL ARCO

Nosotros sabemos, y a la luz de lo contrastado, el constructor antiguo también, que existen unas zonas en los arranques del arco por encima de su plano de imposta, al igual que para las bóvedas y cúpulas, que llamamos salmeres[92]. En el caso del arco, situados a ambos lados del mismo y cuyos planos teóricos superiores convergentes al centro de curvatura suelen conformar ángulos de unos 10/15° en función de su luz. Las ruinas y desplomes de arcos, bóvedas y cúpulas pusieron de manifiesto que su caída dejaba estas zonas en pie y en su lugar, más o menos afectadas por esos desplomes. Y es que en realidad funcionan estructuralmente como una prolongación de los muros y estribos.

Conociendo esto, la cimbra y sus sistemas de apoyo pueden reducirse salvando las zonas de los salmeres del arco, que como se ha visto son estables por sí mismas. El constructor medieval no renunciará a ello. En estas zonas de salmer las dovelas colocadas se sostendrán sobre el muro, aparejadas y entendidas como parte de la construcción de éste, hasta el punto donde la dovela a colocar resbale por la inclinación del plano de su junta inferior y sea indispensable la existencia de la cimbra. Esta reducción de la zona a cimbrar para un número importante de arcos supone un ahorro de medios auxiliares a considerar, sobre todo si la altura a que se han de construir es importante. Y naturalmente fue perseguida e incentivada por los distintos artificios utilizados para que los aparejos en los salmeres pudieran lograr zonas más altas de los mismos sin cimbras, como veremos más adelante en el caso de las bóvedas y cúpulas. La reducción de los medios auxiliares y su simplificación siempre fue uno de los caminos especialmente buscados en la construcción antigua de todos los tiempos, como hoy lo es.

5.7. EL ARCO DIAFRAGMA

Otro tipo de arco utilizado en época románica es el arco diafragma (Fig. 67). Este arco puede ser de generatriz circular o apuntada y soporta sobre su extradós un muro que presenta superiormente las inclinaciones necesarias para recibir las armaduras de madera que sostienen los faldones de una cubierta a dos aguas. También pueden presentarse sobre estos

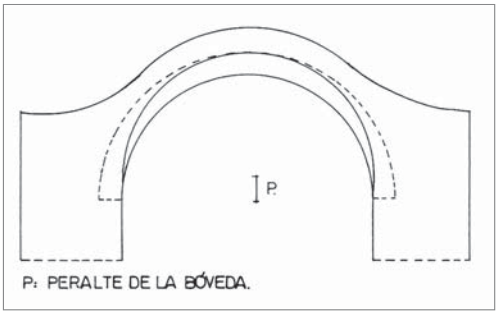
92 El Salmer es una parte de la fábrica de arranque de un arco, bóveda o cúpula situada inmediatamente por encima de su plano de imposta. En términos estructurales es una zona que funciona como prolongación del muro, y abarca una zona variable entre los respectivos planos de imposta y unos 15º, considerados desde sus respectivos centros de curvatura.

arcos diafragma, pisos y cubiertas horizontales; en estos casos, los muros sobre el arco terminan horizontalmente y reciben las armaduras que los sustentan. Naturalmente la distancia a que se disponen estos sistemas de arcos diafragma está en función del tamaño y sección de las correas a disponer, de forma que ninguna de ellas pueda flechar de forma inconveniente. Este tipo de cubierta se estudia en su lugar.

Estos arcos presentan fundamentalmente dos tipologías. Bien apoyados en ménsulas voladas sobre los muros, o bien se prolongan hasta el suelo con machones apilastrados del mismo espesor que el del arco y aparejados con el muro. Los arcos diafragma, por no soportar bóvedas, sino sistemas más ligeros de armaduras y cubiertas, se pueden disponer con luces notablemente mayores que en el resto de los casos. Por tanto el empuje que ejercen es de alguna importancia. Para su estribado está principalmente el grosor del muro, de forma que si son arcos diafragma apilastrados estas pilastras aumentan la sección de las zonas de estribo de los empujes, ofreciendo mayor núcleo central que el muro. Pero en muchas ocasiones esto no es suficiente y deben disponerse contrafuertes exteriores en los planos de estos arcos.

Como veremos más adelante, los arcos diafragma no sólo se utilizaron para sostener armaduras de cubierta, sino que en no pocos casos, se dispusieron exentos para apuntalar muros o pilares, articulando además el espacio interior de la iglesia (Fig. 276).

La solución estructural que la construcción de arcos diafragma ofrece, dispuestos paralelamente y dividiendo el espacio a cubrir en tramos razonables, es económica y fácil de construir. Por lo que el sistema será muy utilizado, sobre todo para edificios civiles y de carácter utilitario, perdurando su uso en el tiempo.







Figs. 51, 52 y 53. Arriba izquierda. SAINT AVENTÍN DE LARBOUST (Alto Garona, Francia, primer tercio del siglo XI), románico lombarda. Arco fajón semiempotrado de su nave lateral norte. **Arriba derecha.** CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (siglo XI). Nave central. Ver los arcos fajones de la bóveda, todos ellos de geometría elíptica. **Abajo.** ABACIAL DE URMELLA (Huesca, España, primer tercio del siglo XI). Arco lombardo de embocadura del atrio con su tribuna interrumpida, durante las obras de apeo y consolidación que pude dirigir en el año 2011. El arco está cegado en su vano y no permite ver el interior del atrio, El pavimento de la iglesia está recrecido 1,40 m y oculta la parte inferior apilastrada del arco a sus correspondientes pilares de triple articulación. El inicio interrumpido de la tribuna, de la que se conserva el inicio de la jamba norte del vano y que se ve a la derecha sobre el arco, está englobado por un muro. Atrio y tribuna están ocupados incomprensiblemente por particulares.

Fotos: Roberto Benedicto. 2008-2013-2011.

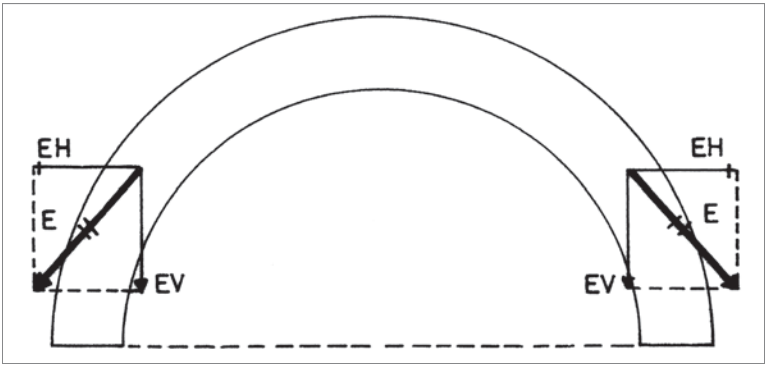


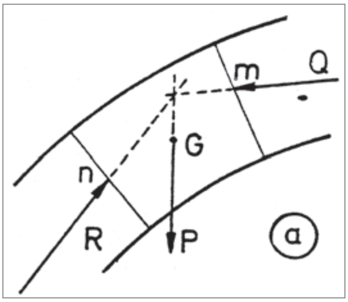


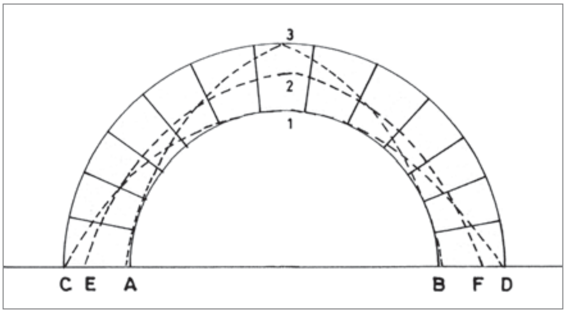


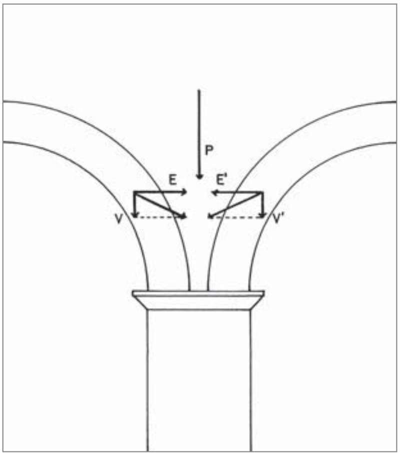
Figs. 54, 55 y 56. Arriba. CATEDRAL DE SPEYER (Renania, Alemania, siglo XI). Arco adintelado superiormente, perteneciente a la arquería que separa la nave central de la lateral norte. **Centro.** CATEDRAL DE SAN ISIDORO DE LEÓN (siglo XI, León, España). Arco polilobulado del lado norte del crucero. **Abajo.** ANFITEATRO ROMANO DE TARRAGONA. Arco de embocadura al acceso a la arena, de clara tipología similar y anterior a los arcos lombardos.

Fotos: Roberto Benedicto. 2012-2013.







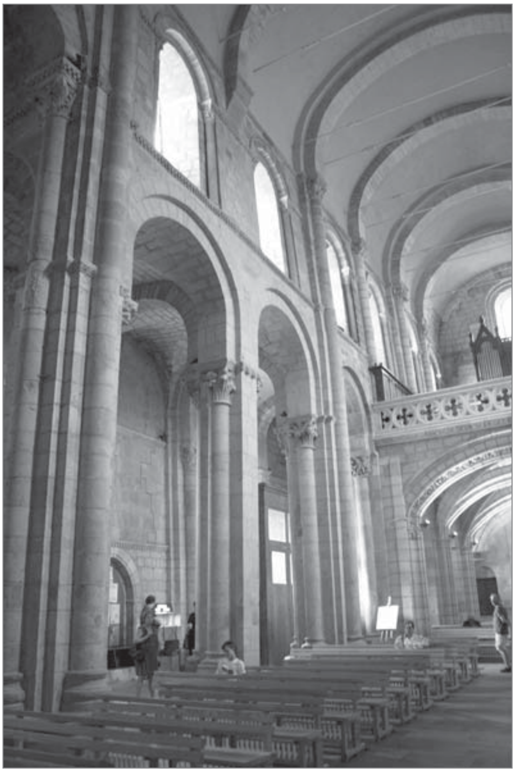


Figs. 57, 58, 59 y 60. Arriba izquierda. Empujes resultantes de un arco. **Arriba derecha.** Esquema de las acciones en una dovela de un arco, sometido sólo a su propio peso y en equilibrio. **Abajo izquierda**. Algunas de las infinitas líneas de centros de presiones de un arco. A3B Línea de empuje mínimo. C1D línea de empuje máximo. E2F una línea cualquier intermedia, que en este caso discurre por el núcleo central del arco. **Abajo derecha.** Se representan dos arcos concurrentes de la arquería de separación de una nave central con su lateral. Las componentes horizontales del empuje E y E', de dos arcos contiguos del mismo radio se equilibran, quedando las componentes verticales y el peso P proveniente de los pesos de los muros, albanegas y los pesos y empujes transmitidos de las estructuras superiores y concurrentes, que se suman en la dirección vertical y han de ser estribados por el pilar.

Dibujos: Roberto Benedicto. 2002.

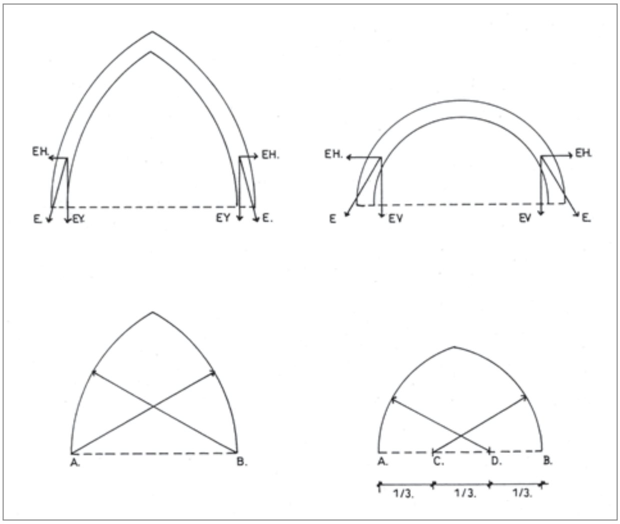


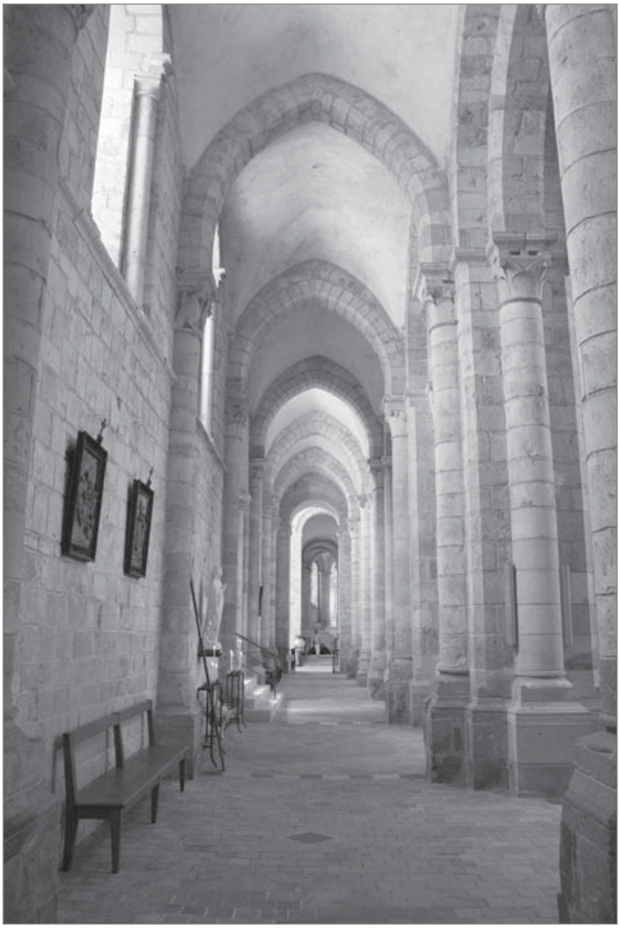




Figs. 61, 62 y 63. Arriba izquierda. SAINT PHILIBERT DE DIJÓN (Francia, siglo XII). Magnífico apeo de un arco de la nave central. Repite el modelo necesario para su inicial construcción, con más potencia en sus elementos por su actual función de apeo. Es un trabajo verdaderamente estupendo. **Arriba derecha.** ABACIAL DE MORERUELA (Palencia, siglo XII). Girola. Ver cómo el arco fajón entre dos tramos se apoya en un saliente del ábaco interior. **Abajo.** SAN ISIDORO DE LEÓN (España, siglo XI). Ver los arcos doblados que separan la nave central de la lateral norte y su articulación con el pilar.

Foto: Roberto Benedicto. 2008-2012.

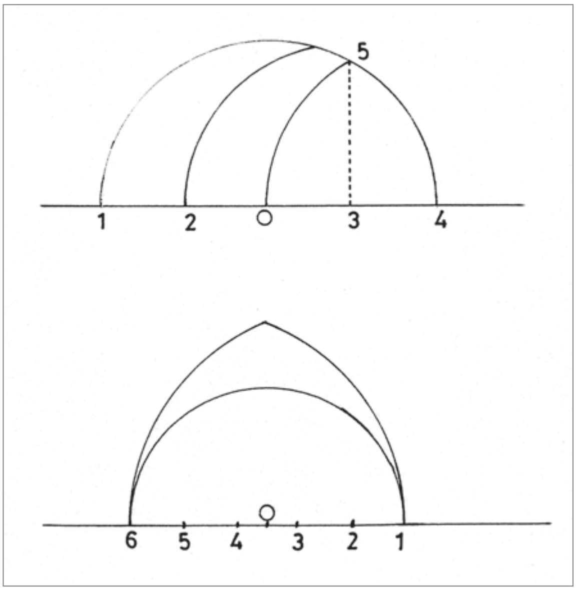




Figs. 64 y 65. Arriba. Arco apuntado y arco de medio punto de la misma luz y con las mismas cargas. Las respectivas componentes horizontales de los empujes (EH) son menores en el caso del arco apuntado que en el de medio punto, debido a la geometría del arco que proporciona un empuje más inclinado en el arco apuntado. **Centro.** Distintos trazados de arcos apuntados, con centros en su línea de imposta. A la izquierda arco equilátero, a la derecha de tres centros. **Abajo**. FLEURY, SAINT BENOIT SUR LOIRE (Francia, siglo XI-XII). Arcos apuntados peraltados en la nave lateral norte de la iglesia, que facilitan que los plementos de las bóvedas de arista que cubren los tramos de la nave, recayentes hacia estos arcos sean menos rampantes.

Dibujos y foto: Roberto Benedicto. 2002-2012.





Figs. 66 y 67. Arriba. ARCOS DIAFRAGMA SOBRE MÉNSULAS. ABACIAL DE SAN MICHEL DE CUXÁ (Conflent, Francia, siglo XI). Arcos diafragma sobre la parte alta de los muros, reconstruidos en el siglo XIX por Puig i Cadafalch. Se puede ver el sistema de armaduras que soportan, formado por correas, parecillos y tablazón. **Abajo.** Trazado del arco de «Tres centros». Según Lassus. Se divide la luz 1-4 del arco en tres partes. Con centro en O se traza el círculo de radio O4. Desde 4 se traza la rama de círculo de radio 4-O y se obtiene 5, desde 5 se traza la vertical 5-3. Desde 3 se traza la rama de círculo de radio 3-2. Queda así trazado el arco de tiers point. El arco O54 es un arco equilátero. Trazado del arco de cinco puntos. Según Lassus. Se divide la luz del arco en cinco partes iguales. El arco se obtiene trazando desde 5 el arco de radio 5-1 y desde 2 el de radio 2-6.

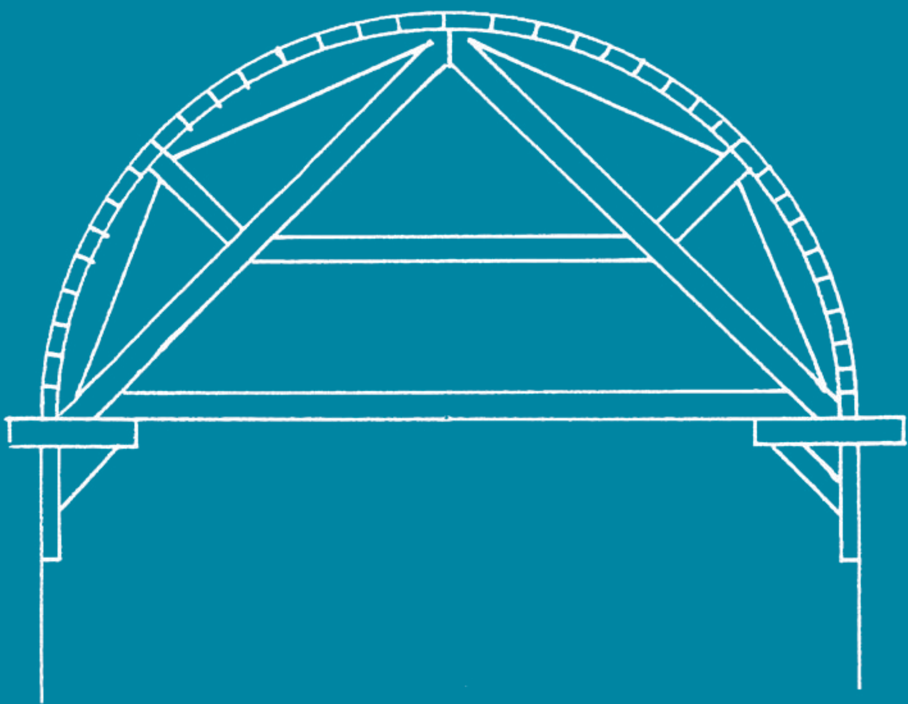
Foto y dibujos: Roberto Benedicto. 2007-2002.

CAPÍTULO 6

LA BÓVEDA DE MEDIO CAÑÓN.

DE CUARTO DE CAÑÓN Y DE CAÑÓN APUNTADO.

EL CONTRAFUERTE ROMÁNICO



6.1. LA BÓVEDA DE MEDIO CAÑÓN, DOVELAS, CIMBRA Y PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

La bóveda de medio cañón o de medio punto es la más utilizada desde el comienzo del periodo. Presenta la sección recta de su intradós con geometría semicircular aunque en algunas ocasiones puede ser de geometría elíptica. Puede estar peraltada sobre su plano de imposta y recibirá el nombre de peraltada. El tramo que cubre debe tener una luz razonable ya que en otro caso el empuje de la bóveda sería importante y los estribos necesarios para estabilizarla desproporcionados. Presenta generalmente arcos transversales a su eje principal, adosados a su intradós y de su misma generatriz que la articulan en tramos, que llamamos arcos fajones (Figs. 68, 69).

La piedra y el ladrillo tomados con argamasa de cal son los materiales de utilización para su construcción. La fábrica de piedra utilizada en estas bóvedas se presenta de varias formas, desde una rústica fabrica de lajas irregulares en estado natural o casi natural embebidas en abundante argamasa, piezas de sillarejo, hasta conformarse con dovelas bien labradas y siempre fácilmente manejables. El ladrillo se dispone atizonado formando roscas, abandonando aquella tradición romana de las bóvedas tabicadas[93].

Conforme el tipo de dovelas es más cuidado sus juntas son también más delgadas, de forma que con la utilización de lajas de piedra, el intradós de la bóveda presenta los irregulares relieves de las lajas y un claro predominio de la argamasa, perfeccionándose este aspecto y mejorándose la capacidad resistente de la bóveda con la utilización de las sucesivas fábricas descritas. La piedra toba, más ligera y de menor peso es utilizada en ocasiones, preferentemente en sus zonas de clave ya que así el peso y empuje de la bóveda es algo menor. Con ello el sistema de cimbras y sus apeos pueden ser algo más ligeros.

La disposición de las piezas o dovelas que conforman la plementería[94] de las bóvedas es siempre radial, convergiendo sus planos de junta hacia el centro de curvatura de la misma, salvo en las zonas de sus arranques o salmeres. En el caso de utilizar lajas, o dovelas con caras laterales paralelas, esa convergencia se logra con las juntas de argamasa que serán más estrechas en el intradós que en el extradós de la rosca.

93 Bóvedas tabicadas que ya Roma utilizó en el siglo I; en el Coliseo queda testimonios de las mismas. Porque las cosas están como están, se está insistiendo nuevamente hoy en eso de la bóveda catalana, como si fuera invento catalán, cuando no es sino una bóveda tabicada de tradición romana. No sólo eso. Son múltiples la bóvedas tabicadas en iglesias mudéjares, renacentistas y barrocas de los siglos XIII al XVII.

94 Es la fábrica que la conforma.

En el caso de dovelas bien talladas, por el contrario y como en el caso de los arcos, la dovela se labra expresamente para que sus planos de junta sean convergentes hacia el centro de curvatura. Como consecuencia de ello, las llagas tienen el mismo espesor en toda la altura de la rosca, siendo cada dovela menos ancha en su intradós que en su extradós y adaptándose la dovela a la curvatura y no las llagas. Las naturales imperfecciones de la labra de sus planos de junta serán absorbidas por la fina junta de argamasa. Sus caras vistas inferior y laterales estarán correctamente labradas y la superior con protuberancias «atizonadas» para solidarizar la plementería con las argamasas que se colocarán sobre ella como capa de compresión, relleno de senos y faldones de cubiertas en su caso.

Lo anteriormente dicho para el muro y el arco, sobre la relación del espesor de las juntas y la resistencia de sus fábricas es trasladable a las bóvedas. Describiré el proceso de construcción de una bóveda de medio cañón para cubrir un espacio rectangular, como ejemplo más sencillo del que se pueden extrapolar fácilmente los conceptos a situaciones más complejas.

La construcción de esta bóveda necesita de la disposición previa de una cimbra ya que la disposición radial de sus dovelas y su peso, salvo en sus zonas de salmeres, necesitan un apoyo para sostenerse mientras la bóveda no haya sido finalizada. Esta cimbra, como para el arco, ha de conformar la geometría del intradós de la bóveda en función de «molde» que se construirá generalmente con tablones de madera dispuestos según su eje adaptándose a su curvatura. La cimbra ha de ser sostenida de forma estable y sin deformaciones con sistemas o estructuras provisionales de elementos de madera que se apoyarán en el suelo, en cornisas y similares puntos elevados o en empotramientos practicados en los muros (Fig. 71). Estos sistemas de apoyo se dispondrán transversalmente los tablones de madera que conforman la cimbra. Como es natural, la distancia máxima a que deben disponerse es función de la escuadría y longitud de los tablones que se pueden utilizar de manera razonable para la cimbra, sin que flechen o se deformen, la cimbra debe ser indeformable y estable.

A este respecto hay que señalar que la cimbra debe resistir también el peso y el tránsito sobre ella de los operarios que construyen la bóveda, de su capa de compresión y relleno de senos, de los que trato inmediatamente. La naturaleza y provisionalidad de estas construcciones auxiliares que se desmontan una vez construida la bóveda, como en el caso del arco, hace que no sepamos nada seguro sobre ellas y que nuestra opinión al respecto se base en lo que entendemos que se pudo hacer. En algunos raros casos, quedan algunos mechinales de empotramiento en los muros a la altura de los planos de imposta de las bóvedas, producto de los apoyos de sistemas de vigas de madera utilizadas para sostener las armaduras en que se apoyan las cimbras, evitando así la construcción de los siempre costosos apeos hasta el suelo.

Un caso que me parece excepcionalmente interesante de este tipo de sistemas se puede ver en el primer tramo de la bóveda de medio cañón de la nave central de San Pedro de Caserres (Fig. 73, Gerona, España, siglo XI). Aquí podemos ver los mechinales de lo que fueron los apoyos de vigas de madera sobre las que se construyó el sistema directo de apoyo de su cimbra. Lo destacado es que estos mechinales se sitúan directamente por encima de los

planos superiores de los salmeres de esta bóveda. Es decir, comprendiendo perfectamente la función estructural de los salmeres como parte del muro y que la verdadera plementería de la bóveda, la que necesita de cimbra es la situada por encima de ellos. Diré, sin querer ir más allá, que los arcos que separan la nave central de las laterales en este tramo presentan una inconfundible tipología lombarda (Fig. 73).

Se pueden ver en algunos casos, restos de argamasa adheridos al intradós de bóvedas de medio cañón que conservan la impronta de la tablazón que formó sus cimbras, o de cañizos utilizados para ello. En la mencionada San Pedro de Caserres y en la bóveda de su nave sur se puede ver cómo en estas improntas, las tablas de alrededor de 0,70 m de longitud y pequeña escuadría, se dispusieron formando claros anillos meridianos adyacentes y paralelos entre sí «(...) in modus hemisphaerii (...)» (Fig. 74, Ver: Victor Mortet, *Recueil des textes relatifs à l'histoire de l'Architecture*, p. 12). Esto implica que los apoyos de esa tablazón se dispusieron en sus extremos, que se separan 0,70 m entre sí; no podía ser de otro modo para su estabilidad. Esta proximidad entre esos sistemas de apoyo es sorprendente por el número importante que implican, parece más razonable y económico haber dispuesto tablazones de mayor longitud y escuadría disminuyendo el número de estos apoyos. Una cuestión que no sé explicar. Otros testimonios de improntas de tablazones se pueden ver en algunos lugares: cripta de San Martín del Canigó (Conflent, Francia, 998-1009); capilla subterránea de la Virgen del Pesebre, en San Miguel de Cuxá (Conflent, Francia, inicios del siglo XI); Rotonda de Saint Benigne de Dijón (Francia, 1001-1016), entre otros.

La utilización de urdimbres de cañizos para la cimbra, se constata también en no pocos casos en que su huella ha quedado impresa en las argamasas adheridas al intradós de la bóveda; tan sencillo material requería apoyos muy próximos o era producto de una regularización de la curvatura de la cimbra construida con argamasas armadas con estos cañízos sobre la tablazón. Cito, entre otros ejemplos, las improntas de cañizos que se conservan en la bóveda de arista lombarda que cubre el atrio de la abacial de los Santos Justo y Pastor de Urmella (Huesca, España, primer tercio del siglo XI).

Los sistemas de apoyo de las cimbras, análogos a los de los arcos, estaban construidos con elementos de madera convenientemente dispuestos. Si la altura de la bóveda a cimbrar era escasa o moderada estos sistemas se apoyaban directamente en el suelo con postes de rollizos de madera más o menos complejos. Si por contra era elevada, el apoyo en el suelo implicaba un mayor trabajo y uso de material. Por lo que la utilización de sistemas de apoyo para las cimbras, apoyados en vigas empotradas en los muros, ménsulas y en las cornisas de la parte alta de los muros o sistemas similares, parece la lógica. No debemos olvidar que también hay que proveer plataformas de trabajo y escaleras de acceso a los tajos que razonablemente se apoyarían en estos mismos sistemas.

Una vez dispuesta y segura la cimbra, se comenzará la construcción de la bóveda por sus dos extremos o arranques laterales. Se procede así a la construcción de «un arco» con dovelas

tomadas con argamasa y formando adarajas[95], para continuar avanzando después «arco por arco» de forma que unas piezas se enlacen con las otras. Porque la plementería de la bóveda debe presentar un aparejo continuo correctamente trabado. De la misma forma que en el paramento de un muro las piezas a aparejar deben evitar la continuidad de las juntas verticales entre hiladas y procurar mantener estas a la misma altura. La plementería de la bóveda debe entenderse como un muro curvado y debe evitarse siempre la continuidad entre las juntas transversales al eje de la bóveda; de no ser así se llegaría a la construcción de una bóveda compuesta por «arcos paralelos» adosados unos a otros, con malos resultados para la cohesión de la plementería.

La construcción de «los arcos» de la plementería de la bóveda, se cerrará con la colocación de las dovelas de sus claves, dovelas que deben labrarse ajustadas al espacio residual disponible con el objeto de que la introducción en su lugar ejerza una compresión lateral sobre las dovelas «del arco». Se proseguirá así la construcción hasta finalizar el plemento correspondiente, dejando las adarajas en espera en las interrupciones de los tajos.

6.2. LA CAPA DE COMPRESIÓN Y LOS SENOS DE LA BÓVEDA

Pero la construcción de la bóveda no se ha terminado con la plementería. Sobre el extradós de la bóveda se tenderá una capa de compresión de argamasa de cal, de unos 10-15 cm de grosor medio; esta capa de compresión actuará solidariamente con la plementería. Es aquí cuando la rugosidad del extradós de las dovelas o las pequeñas protuberancias dejadas en ellas toman su importancia, puesto que favorecen la adherencia de la capa de compresión con la plementería de la bóveda para que tengan una respuesta estructural común.

El constructor románico sabe que las bóvedas de medio punto tienen una tendencia a empujar y abrirse hacia el exterior en la zona de sus riñones, hacia la mitad de su altura. Y nosotros conocemos que en ese punto, de forma análoga al arco y como se verá, podemos considerar que la bóveda entrega sus empujes resultantes laterales, cuestión que ratifica el conocimiento experimental del constructor medieval. El constructor dispone entre el extradós de la capa de compresión y el muro, en esas zonas laterales de la bóveda que llamamos senos de la bóveda, fábricas de mampostería con abundante argamasa. Se produce así en el extradós del conjunto formado por la bóveda, su capa de compresión y el relleno de sus senos, una superficie alabeada más rebajada en el plano superior de los senos y emergente en la zona central de la bóveda (Figs. 71-73, 75).

95 Las adarajas son un concepto más cercano al aparejo del muro, extensible a este caso, que supone aparejar piezas en la plementería con juntas alternadas, que permiten una correcta trabazón entre las piezas de la plementería y que esta responda mejor a la transmisión interna de tensiones. De hecho, si fuera posible «desplegar» la plementería así realizada en un plano vertical, tendríamos realizado un muro del espesor de la plementería.

Si no existiese el material que rellena los senos, los empujes generados por la bóveda deberían ser exclusivamente absorbidos por la plementería de la bóveda y su capa de compresión, no existiría otra posibilidad, ya que a través del vacío no se pueden transmitir tensiones. Esta es la fundamental importancia del relleno de senos, que recogiendo y transmitiendo al muro y sus estribos los empujes generados, estabiliza las posibles deformaciones de la plementería en esas zonas. Por tanto, el relleno de senos debe alzarse hasta un plano superior al punto donde se entregan los empujes. Cuestión que debería ser conocida por quienes intervienen sobre estas bóvedas.

Pero aún tenemos la bóveda con su capa de compresión y senos descansando en la cimbra y la bóveda no ha entrado en carga. Para que ello suceda debe haber un mínimo asiento, no hay tensión sin deformación. Es con el descimbrado de la bóveda cuando ese ligero asiento y deformación produce que las tensiones de compresión se transmitan finalmente entre las dovelas de la bóveda y esta entre definitivamente en carga, con la consiguiente readaptación de sus línea de presiones, igual que en el arco, porque podemos considerar la bóveda a efectos estructurales como la suma de infinitos arcos.

Terminada la bóveda y pasado el plazo razonable para que se haya producido un fraguado suficiente de las argamasas y que estas hayan alcanzado una resistencia razonable, las cimbras y sus sistemas de apoyo se pueden retirar para que la bóveda entre en carga y quede en uso. Esta operación no debe ser brusca sino que se debe producir lentamente, acomodándose la bóveda poco a poco a las tensiones que ha de soportar. Si algo se ha hecho o dimensionado de forma incorrecta es este momento el más crítico; desde giros y grietas a la caída de parte o todo lo construido se puede producir. Por ello se dice, no sin un profundo conocimiento, que si retiradas las cimbras el sistema construido resiste en pie y nada altera las circunstancias en que está, la estructura construida será siempre estable. Claro que para tramos de bóvedas de muy poca entidad todo esto es irrelevante.

El constructor ha dispuesto para que ese descimbrado se produzca con la lentitud necesaria, pequeños sacos de arena entre los apoyos intermedios del sistema de apeo de la cimbra, sacos que están comprimidos y que al rasgarse con prudencia facilitan la salida lenta de la arena y con ella el lento descenso de la cimbra. Hoy contamos para estas cosas con procedimientos muy sofisticados como los gatos hidráulicos, que deben ser proporcionados a las cargas y a la importancia de la estructura a descimbrar y que facilitan descensos de la cimbra de la lentitud y homogeneidad que se precise.

6.3. LOS ARCOS FAJONES

Los arcos fajones se disponen transversalmente al eje de la bóveda, adosados a su intradós y a razonables distancias dividiéndola en tramos. Normalmente se prolongan de forma apilastrada hasta el suelo aparejándose con la fábrica del muro, pilar o pilastra. Estos arcos, en un principio presentan una escueta sección rectangular que variará a secciones compues-

tas que se enriquecen con molduras, evolucionando hacia una sección global en que predominará la altura sobre su anchura. Cosa completamente coherente ya que así la inercia y resistencia de las secciones del arco es mayor.

Los arcos fajones colaboran a la estabilidad de la plementería de la bóveda, ya que se ha de entender que ésta descansa en ellos transmitiéndoles por tanto parte de su peso. Pero también fueron utilizados en algunos casos y siguiendo el principio siempre perseguido de ahorro de medios auxiliares, para recibir el apoyo de la tablazón de las cimbras de los plementos concurrentes, eliminando la necesidad de construir los sistemas de apoyo de los que anteriormente se ha tratado que en otro caso serían indispensables.

Es decir, en estos casos se procede primero a la construcción de los arcos fajones para apoyar en ellos la cimbra de la bóveda. Si la longitud del tramo a cimbrar definido por estos arcos fajones no es compatible con la longitud y grosor de los tablones que se disponen para la cimbra, con el consiguiente peligro de que flechen y se deforme la cimbra, se dispondrán sistemas de apeo intermedios. Es posible comprobar en no pocos casos, cómo sobre el extradós de estos arcos fajones existe la impronta cegada o no, con más o menos cuidado, del hueco en que se apoyaron esas cimbras.

Tal parece que la plementería se apoya simplemente sobre los arcos fajones sin trabazón de ningún tipo. Lo he podido comprobar en el ámbito de las iglesias románicas aragonesas en que he trabajado. En alguna de ellas, y a causa de los movimientos sufridos a lo largo del tiempo, el arco estaba notablemente separado de la plementería de la bóveda sin que por ello se manifestasen lesiones. La bóveda era estable y el arco presentaba leves inclinaciones respecto a su plano vertical, trabajando ambos de forma independiente. Cuestión que pone de manifiesto que la bóveda es estable por sí misma y que los arcos fajones no son estrictamente necesarios, bien que suponen un refuerzo estructural, pueden suponer el sostén de las cimbras, y tener un claro propósito de articulación de la bóveda.

Con frecuencia, a estos arcos fajones se les denomina equivocadamente arcos perpiaños. Un perpiaño es una pieza del aparejo del paramento de un muro que se dispone dentro de su hilada de forma atizonada. Es decir, con su mayor dimensión dispuesta verticalmente al paramento y anclándose en el núcleo interior del muro. Su función es, con su repetición, la de «anclar» ese paramento al núcleo, cosa que se logra con la adecuada disposición alternada de perpiaños o de hiladas completas. Aunque en lo románico, estas hiladas se ven de forma escasa y aleatoria. Con lo dicho más arriba no parece que los arcos fajones presenten dovelas ancladas en la plementería de las bóvedas. Por tanto no me parece apropiada la aplicación del nombre «arcos perpiaños» a estos arcos y sí el de arcos fajones, que expone mucho mejor su artificio y función real.

En los casos en que las cimbras no se apoyaron en estos arcos, su presencia complica el proceso de construcción de la cimbra, porque los sistemas de la cimbra del arco fajón deben realizarse, además, ofreciendo apoyos laterales a las cimbras de las plementerías concurrentes en él. De otra forma, incoherente por demás, sería necesaria la construcción de tres siste-

mas de apoyo para las cimbras del arco y las dos plementerías concurrentes. Es algo que se debe tener en cuenta en nuestras intervenciones de apeo que requieran el posterior retejido parcial de la plementería de la bóveda, colocando esa cimbra durante estos trabajos y evitando costosos e innecesarios cambios posteriores producto de nuestra falta de previsión.

6.4. LA GENERACIÓN DE TENSIONES Y EMPUJES EN LA BÓVEDA DE MEDIO CAÑÓN

El funcionamiento estructural de la bóveda de medio cañón es similar al del arco. De hecho a efectos de cálculo y de un esquema abordable de funcionamiento estructural suponemos la bóveda de medio cañón como una hipotética suma de infinitos arcos; de modo que para comprobar o calcular la sección adecuada de una bóveda de medio cañón tomaríamos un tramo unitario de la misma y sobre él aplicaríamos los mismos principios que hemos estudiado para el arco y los mismos métodos de cálculo. Este arco unitario sería entonces nuestro arco tipo sobre el que aplicar nuestras comprobaciones, que de ser correctamente superadas haremos extensivas a toda la plementería de la bóveda ya que la homogeneidad de cargas y geometría de la bóveda lo permite.

El empuje que produce una bóveda de medio cañón es un empuje que se difunde por medio de sus senos en las masas de fábrica de sus estribos de forma uniformemente continua, suma de los correspondientes a los arcos teóricos en que podemos descomponerla, y que entendemos se entrega aproximadamente hacia la mitad de su altura y en ambos flancos (Figs. 72 y 75). Para nuestro mejor manejo y comprensión de esto, ese empuje lo podemos formalizar en infinitos vectores aplicados en esos puntos, que a su vez se descomponen en un empuje continuo horizontal dirigido hacia el exterior o verdadero empuje que hay que estribar, y una fuerza vertical o peso que debe ser estribada por el muro, arquerías, etc...

Queda así de manifiesto la trascendental importancia de los senos de la bóveda, que recogen y transmiten el empuje de la bóveda al muro o sus estribos. De forma que además, los senos producen un aumento de la sección resistente del sistema de la bóveda hasta la altura precisa y en la zona que son más necesarios para su estabilidad. Es esta una cuestión a la que debemos estar atentos en nuestras sustituciones y reparaciones de bóvedas y cubiertas. En muchas ocasiones esos rellenos de los senos de las bóvedas están total o parcialmente descompuestos y sin cohesión, ofreciendo el aspecto de escombro acumulado sobre las bóvedas. No deben retirarse como si fueran un pesado escombro innecesario. Se han de reconstruir con argamasas o fábricas de mampostería nuevas, de forma que ese doble trabajo de retirada y restitución debe realizarse de forma simétrica en ambos senos evitando con ello introducir tensiones asimétricas en la bóveda. Su eliminación puede llegar a ser una catástrofe en poco tiempo, y en el mejor caso, suponer una drástica disminución del margen de seguridad.

En una absolutamente inquietante ocasión, pude ver en una de mis obras, que con imprudencia manifiesta e ignorante se habían abierto amplias rozas a lo largo del plano de imposta

de una importante bóveda de cañón apuntado para empotrar una cornisa lineal que debía ser ejecutada por bataches[96] adecuados, dejando su plementería sin apoyo en sus planos de imposta. La bóveda tenía su capa de compresión y relleno de senos en aceptable estado y a su vez sobre ellos se tendían los faldones de argamasa de su cubierta, la bóveda no se resintió.

Pasado el notable susto inicial al ver tamaño desafuero y recuperado el sosiego, pude concluir con más tranquilidad que lo que había sucedido es que la línea de centros de presiones se había desplazado y adoptado una nueva posición, permaneciendo dentro de los límites de la «nueva bóveda» conformada por la capa de compresión, los senos y el recrecido de argamasa de los faldones. Era estable por todo ello.

Evidentemente se actuó con toda urgencia para consolidar y rellenar de fábrica las rozas abiertas. Una cosa es una cosa y otra es otra. Este hecho que recuerdo aún con desasosiego, supone otra magnífica constatación de lo expuesto por la Teoría Plástica. Es suficiente encontrar una línea de centros de presiones «en una proporción segura» que discurra siempre por el interior de las fábricas del sistema. El sistema estructural descrito lo encontró por sí mismo y la bóveda con un margen de seguridad notablemente menor, resistió.

Un caso similar lo presenta la bóveda de lajas que ha perdido parte de la argamasa entre sus juntas, (Fig. 76, Sala de los Concilios, Monasterio de San Juan de la Peña, Huesca, España, siglo XI). Aquí las «dovelas» de la plementería de esta bóveda no pueden transmitir entre ellas ningún tipo de esfuerzo en las zonas en que inferiormente el vacío las separa, son las zonas restantes con la capa de compresión, relleno de senos y argamasas de formación del piso superior las que recogen la nueva línea de centros de presiones, con disminución del margen de seguridad. Aunque al ser ese piso superior muy transitado deberían reponerse las argamasas que faltan.

Una cuestión de gran trascendencia, como más adelante se verá, es que en los planos extremos de la bóveda de medio cañón no existen fuerzas que la desestabilicen en el sentido de su eje longitudinal, hacia el exterior. «El arco final o de embocadura» de la plementería está en un plano vertical y entrega sus empujes en ese plano a los muros laterales. De esta forma los muros dispuestos como cierre de las embocaduras de la bóveda, normalmente los occidentales, se adosan a la plementería de la misma o en algunos casos la bóveda descansa en ellos. De forma que no reciben empujes del tramo de bóveda adyacente que es estable por sí mismo, su función es de mero cierre del espacio. No es infrecuente ver en ese plano de contacto importantes «grietas», producto de asientos o movimientos del muro de cierre. Esas grietas no implican lesiones en la bóveda y deben interpretarse así, adoptando en su caso las medidas consecuentes.

La bóveda de medio cañón correctamente dimensionada, construida y estribada, es un dispositivo estructural adecuado para recibir cargas uniformemente repartidas. No debe recibir cargas puntuales, porque su artificio no está preparado para ello.

96 Zonas pequeñas abiertas y consolidadas alternativamente.

6.5. EL EMPUJE RECONDUCIDO. EL CONTRAFUERTE EXTERIOR. LA BÓVEDA DE MEDIO CAÑÓN APUNTADO

La introducción de los arcos fajones supone una alteración de la uniformidad en la distribución de los empujes de la plementería de la bóveda, ya que al recoger esos arcos la parte correspondiente del peso de los plementos concurrentes, el empuje que entregan al muro es mayor que el que genera la plementería. Por tanto estos arcos fajones producen un aumento de los empujes a transmitir al muro en sus planos de entrega.

La sección del muro en el punto en que se dispone el arco fajón y bajo su plano de imposta, se ve aumentada inferiormente con su prolongación apilastrada hasta el suelo. Pero la altura en la que consideramos se aplica la resultante del empuje generado por el arco está muy por encima de esta combinación de muro y pilastra, aproximadamente a media altura del arco. La pilastra del arco fajón produce un aumento de la sección del muro-pilastra y por tanto un aumento del núcleo central de la misma. Es decir, se ofrece más sección de núcleo central a los empujes, pesos de muros superiores y cubiertas, favoreciendo el estribado de los mismos.

En los puntos en que incide el empuje se suman los pesos de los posibles muros superiores y de los sistemas de cubiertas que se estudiarán más adelante, normalmente cargas verticales. De forma que podemos entender que el vector con que las representamos se combina con el del empuje del arco fajón por medio del paralelogramo de fuerzas y produce una resultante más inclinada que la del empuje inicial del arco fajón, a la que llamaré empuje reconducido. La dirección hacia el exterior de ese empuje y el proceso seguido por el constructor de construir progresivamente muros menos gruesos hace imprescindible en la mayor parte de los casos[97], que en el plano de entrega de ese empuje reconducido se precise una mayor sección que la que tiene el muro y la pilastra del arco. Salvo si el muro es notablemente grueso y por sí mismo es capaz de estribar correctamente el empuje reconducido.

La solución natural es la construcción de contrafuertes exteriores, con su mayor dimensión perpendicular al muro en correspondencia con los arcos fajones, y aparejándolos con la fábrica del muro para conseguir una respuesta común del sistema contrafuerte-muro-pilastra (Fig. 77). Recordemos que la transmisión del empuje generado por la bóveda se efectúa a través del relleno de senos. Por tanto, el contrafuerte se ha de elevar por encima del plano superior de estos senos para ofrecer en esas zonas la superficie de fábrica necesaria que pueda recoger y estribar ese empuje. Conforme consideremos secciones inferiores a este punto, los pesos incidentes crecen (el peso de las fábricas superiores a cada sección), sumándose a los sucesivos empujes reconducidos y produciendo otros progresivamente más inclinados y cercanos a la vertical. De este modo, ese empuje se transmite progresivamente por las secciones del sistema contrafuerte-muro-pilastra hacia su base. Hasta su entrega al cimiento y al terreno.

97 La arquitectura románico-lombarda carece siempre de contrafuertes exteriores en sus muros. Es la combinación de ese muro con la pilastra interior de triple articulación que recoge los arcos y aristones de las bóvedas de arista concurrentes en esos puntos, el elemento estructural de estribado en esta arquitectura, siguiendo con ello la tradición romana de estribado de sus bóvedas de arista con contrafuertes interiores.

Los puntos de aplicación de estos empujes reconducidos en las infinitas secciones del sistema, constituirán una línea de centros de presiones igual que en el arco. Para que el sistema ofrezca una respuesta correcta y todas las tensiones producidas sean de compresión, si aplicamos la Teoría Elástica, bastará que en todas las secciones del sistema el empuje reconducido transcurra por el interior de sus respectivos núcleos centrales[98]. Y según la Teoría Plástica por el interior de la masa de las fábricas de sus estribos. Además sus secciones deben ser resistentes con el margen de seguridad adecuado. Con ello, y en nuestro caso de estudio, este sistema de estribado formado por contrafuerte-muro-pilastra-cimiento-terreno, se habrá construido con las secciones y soluciones constructivas adecuadas.

Esta cuestión, relativamente fácil de entender en este caso simple, no era conocida en estos términos por el maestro medieval que aplicaba para ello sus reglas proporcionales y su experiencia de forma viable y segura. Y se constituye en el eje de los progresos que el constructor románico busca y logra con la disposición de sus elementos estructurales. Como veremos sucesivamente, la acertada combinación de pesos y empujes que concurren y se concentrarán en los lugares de la estructura global en que dispone sus estribos, es la clave de su continuo progreso hacia la estructura gótica. Es esta una cuestión de trascendental importancia que no se pone de relieve en los estudios sobre estas arquitecturas.

Este proceso que he querido detallar, aquí con las circunstancias del caso, es el que de forma similar se produce en todos los casos en que se disponen los elementos estructurales para estribar pesos y empujes y transmitirlos hasta los cimientos y el terreno. Naturalmente la descripción detallada en muchos casos, además de estéril puede ser agotadora. Imaginemos el caso de un pilar que separa la nave central de la lateral, con cubiertas, muros, bóvedas de arista o crucería, tribunas, arcos, etc... Lo que importa es comprender el proceso descrito de reconducción progresiva del empuje, que es el hilo conductor de transmisión de empujes, y por tanto de las tensiones que se generan en todas las secciones de los estribos.

Repetiré nuevamente que la simplificación introducida con nuestra representación de vectores que manifiestan su clara utilidad, es sólo eso, una simplificación. Pero que lo que realmente existe son tensiones difusas de compresión que se equilibran o no y se combinan para producir las tensiones «reconducidas» de compresión en los distintos puntos de la estructura.

En casos de muy primera hora o muy rústicos un muro grueso podía suplir la carencia de contrafuertes. Pero sobre todo, esta combinación de arco fajón y contrafuerte exterior inicia el proceso de concentración de empujes en puntos concretos de la estructura, otro fundamental y simultáneo camino por el que progresará la arquitectura románica. El desarrollo final del contrafuerte ofrecerá secciones escalonadamente crecientes hacia su base para adaptarse al consiguiente aumento de los empujes reconducidos hacia los cimientos, presentando un perfil escalonando en su extradós y ofreciendo un aspecto menos masivo. Su construcción es

98 Ver supra, nota 57.

análoga a la del muro, con paramentos y núcleo, salvo que su esbeltez aconseje eliminar el núcleo y construirlo aparejado en todo su espesor.

En lo medieval el contrafuerte será definitivamente un elemento exterior a los muros. En algunas zonas como en el Poitou (Francia), los contrafuertes exteriores se enlazan superiormente con arcos que se enrasan exteriormente con ellos, dejando el muro en segundo plano y articulado en paños con este sistema. Esto produce en la coronación de estos muros un engrosamiento de los mismos que ofrece mayor apoyo a las armaduras de las cubiertas (Fig. 32, Catedral de Angoulême, siglo XI. Notre Dame la Grande, Poitiers, hacia 1130-45). También en esta misma zona de Francia nos llegan iglesias de tres naves cubiertas por bóvedas de medio cañón paralelas, que siendo la central sólo un poco más alta que las laterales, confieren al espacio un cierto aire de iglesia-salón, lo que supone un caso bastante original (Beaulieu les Loches, Poiteau, Francia, hacia 1080).

Más tarde se recurrirá para cubrir naves centrales a la bóveda de medio cañón apuntada, normalmente dividida en tramos sobre arcos fajones también apuntados (Fig. 78). Este tipo de bóveda, como el arco apuntado anteriormente estudiado, entrega un empuje de dirección más cercana a la vertical que el empuje entregado por una bóveda de medio cañón para las mismas cargas y luz a cubrir. Razón por la que su introducción supone una mejora importante y la posibilidad de construir estribos de menor sección. La utilización de este tipo de bóveda en la iglesia abacial de Cluny III, de la misma manera que para el arco apuntado, supuso su difusión generalizada.

Debemos estar atentos, no obstante, a la cronología de este tipo de bóvedas de cañón apuntado. En no pocas ocasiones están construidas como consecuencia de la ruina irrecuperable de anteriores bóvedas de medio cañón a las que sustituyen con mayor eficacia. Incluso existen casos en los que sobre los arranques de una anterior bóveda de medio cañón se ha sustituido la parte superior por bóveda de cañón apuntado, de forma que si no se mira atentamente, esa transición entre ambas pasa desapercibida. En general estas reparaciones se producen a partir del siglo XIV-XV y aún en siglos posteriores.

6.6. LA BÓVEDA DE CUARTO DE CAÑÓN

Un caso particular de la aplicación de las bóvedas de medio cañón es la utilización de la bóveda de cuarto de cañón con o sin arcos fajones de su misma geometría. Este tipo de bóveda se corresponde en su sección transversal con un cuarto de círculo y se utilizó sobre todo para cubrir naves laterales, tribunas sobre las naves laterales y pandas de claustro (Fig. 79). En el caso de existir arcos fajones, se corresponden con los pilares y arcos fajones de la bóveda central; en ocasiones estos arcos pueden presentarse con pequeños muretes sobre ellos a modo de los arcos diafragma.

El empuje que generan es la suma de los empujes de los infinitos arcos de cuarto de círculo que la conforman, y su resultante es un empuje lineal continuo aplicado a media altura de la

bóveda, análogo al existente en una media bóveda de cañón. La masa de fábrica según esa sección de cuarto de círculo puede actuar como un puntal curvo continuo del muro en que se apoya superiormente, reforzado o no por sus arcos fajones aplicados en correspondencia con los fajones de la bóveda mayor. De forma que si su línea de claves superior está dispuesta a la altura conveniente, puede estribar los empujes de la bóveda alta de medio cañón de la nave central transmitiéndolos al muro exterior[99] (Fig. 80). En otro caso, esa acción de estribado será parcial y no totalmente adecuada. Cuando la bóveda de la nave central se apoya en muros que se alzan por encima de la bóveda de cuarto de cañón de la nave lateral, esta bóveda cumple la función de apuntalarlos lateralmente ante posibles pandeos.

Para Puig i Cadafalch la utilización de esta bóveda, sobre todo en un principio en que no colabora en el estribo de la bóveda alta, obedece a un ahorro de material frente a la bóveda de medio cañón y a una mejor geometría para disponer un faldón de cubierta inclinado sobre la nave que cubre. El ahorro de material es claro, ya que se evita construir un seno —el confrontante con la nave central— y algo de plementería, por contra la superficie para disponer el faldón es la misma en los dos casos.

Con la utilización de esta bóveda de cuarto de cañón y con las varias disposiciones de la bóveda de medio cañón en relación a la estructura total de la iglesia, de las que trato a continuación, el maestro románico sigue en el camino que Roma inauguró[100] y sobre todo Bizancio generalizó[101], que es el de disponer sus elementos estructurales de forma que colaboren en la estabilidad del conjunto. Otro trascendental camino hacia la estructura gótica.

6.7. LAS COMBINACIONES DE ESTAS BÓVEDAS PARA LOGRAR UN ESTRIBADO ADECUADO DE LOS EMPUJES QUE GENERA LA ESTRUCTURA. EL MAGNÍFICO EJEMPLO DE SAINT PHILIBERT DE TOURNUS Y DE LAS IGLESIAS DE PEREGRINACIÓN

Bóvedas de cuarto de cañón dispuestas según la función anteriormente descrita, las podemos ver con relativa frecuencia[102]. Pero es en la magnífica y singular iglesia de Saint Philibert de Tournus (Francia, 950-1120), donde se nos ofrecen una serie de soluciones variadas y verda-

99 Es el caso de las bóvedas que cubren las tribunas de la magnífica catedral de Santiago de Compostela (siglo XI), o en Sainte Foy de Conques (Francia, siglo XI), ambas pertenecientes al llamado grupo de iglesias de peregrinación, vinculadas al Camino de Santiago.

100 Sobre todo lo vemos en los restos que nos llegan de los palacios imperiales del Palatino en Roma.

101 El mejor ejemplo, plenamente desarrollado, es Santa Sofía de Constantinopla.

102 Citaré, entre otras, las ya desaparecidas bóvedas de cuarto de cañón, que existieron sobre las tribunas de la iglesia de Saint Benigne de Dijón (comenzada en 1001, Francia); las que existen en las naves laterales de la Abacial de Cuxá, (Rosellón, Francia, siglo XI); las de San Pedro de Galligans, en sus naves laterales y pandas del claustro (Gerona, siglo XI); en la Charité sur Loire (Francia, siglo XI-XII), Notre Dame du Port, sobre sus tribunas (Clermont Ferrand, Francia, mediados del siglo XII), etc.

deramente magistrales de estas disposiciones, que muestran un alto grado de conocimiento estructural de los maestros que las construyeron en distintas y consecutivas fases de obra.

Veamos su cuerpo occidental lombardo (Figs. 81-82, hacia 1020). Conocemos el nombre del maestro que lo construyó: Gerlanus, que se representó en un pequeño relieve en la jamba derecha interior del arco que abría la tribuna de su piso alto hacia la nave central, hoy cegado por la disposición de un órgano. Este cuerpo occidental consta de dos plantas, un atrio inferior y la superior capilla o tribuna de San Miguel, enmarcadas ambas por dos potentes torres iniciadas e interrumpidas en época lombarda y concluidas posteriormente (Fig. 235).

En el atrio, que consta de tres naves con tres tramos, las naves laterales se cubren con bóvedas de medio cañón de eje transversal a las naves, de forma que estas bóvedas recogen con la interposición de los arcos que las separan de la nave central, los plementos incidentes de potentes bóvedas de arista que cubren los tramos de esa nave. Así, las bóvedas de medio cañón recogen el peso de aquellos plementos incidentes en ellas, colaborando decisivamente a la estabilidad del conjunto.

Pero a su vez, la disposición transversal de estas bóvedas de medio cañón y su disposición contigua, implica que las componentes horizontales de los empujes que generan se equilibran entre sí, mediante los correspondientes y comunes rellenos de senos, quedando sus componentes verticales estribadas por los arcos que separan los tramos. Estas cargas, más el empuje de estos arcos y el peso de las zonas del piso superior de la tribuna sobre estas zonas, son transmitidos a las pilastras y contrafuertes exteriores, y a las columnas que separan las naves, quedando liberadas de esta función las zonas de muro de cierre exterior entre aquellos contrafuertes.

Vayamos al piso de la tribuna o capilla de San Miguel. Tiene tres naves correspondientes a las del atrio inferior. La nave central se cubre con una alta bóveda de medio cañón sobre arcos fajones que la articulan en tres tramos, dispuesta sobre un alto clerestorio. Cada uno de los tres tramos de cada nave lateral se cubren con bóvedas de cuarto de cañón, separadas entre sí por arcos diafragma de la misma geometría, que soportan pequeños muretes adaptados al intradós de estas bóvedas y que se corresponden con los arcos fajones de la bóveda alta. Aquí la línea de claves de estas bóvedas se sitúa por debajo del clerestorio y muy por debajo del plano de imposta de la bóveda alta. Con ello estas bóvedas de cuarto de cañón no colaboran en nada al estribado de aquella bóveda y actúan apuntalando y conteniendo el posible pandeo del muro alto, además de cubrir sus espacios y sostener sus respectivas zonas de cubiertas. Pero en la plementería de estas bóvedas de cuarto de cañón se puede constatar una muestra más del oficio y conocimiento experimental constructivo del maestro lombardo que la construyó. En las zonas de contacto con los muros que apuntalan, las piezas de sus plementerías se disponen conformando claramente «arcos concéntricos», que tienen su línea de imposta en el contacto con el muro. (Fig. 84).

La explicación de esto es algo compleja y está en la misma línea de la solución estructural que suponen los anillos de fábrica que se dispusieron en lo romano para poder abrir óculos

en sus cúpulas y estabilizarlos (Panteón de Agripa, Roma, siglo II). Una muestra más de la relación de lo lombardo con lo romano[103].

Aquí, en Tournus, esa disposición en arcos concéntricos de las piezas de la plementería cumplen una misión similar, actúan como arcos inversos distribuyendo las posibles acciones del pandeo del muro con eficacia constructiva en la masa de sus plementerías. Un brillante ejemplo de un profundo conocimiento constructivo que no he podido constatar en más ocasiones.

Y aún, en la nave central de la iglesia vemos cubierto su espacio de cinco tramos con una serie de bóvedas contiguas de medio cañón de ejes transversales a la nave, realizadas en fechas sólo un poco más tardías (Fig. 83), repitiendo una solución similar a la descrita para cubrir las naves laterales del atrio. Con la misma solución de compensación y estribado de los empujes horizontales generados por este sistema de bóvedas, que ahora entregan a los arcos fajones que separan esos tramos sólo sus componentes verticales en forma de pesos, que esos arcos recogen y transmiten a sus muros, columnas y contrafuertes exteriores de estribo (Fig. 83). Con ello, las zonas de los tímpanos que se generan en los altos muros laterales de la nave central no reciben empujes, ni acciones de las bóvedas dirigidas hacia el exterior, con lo que pueden ser notoriamente menos gruesos y tener ventanas, que aún y aquí son de reducido tamaño, aunque suficientes para iluminar y cualificar el espacio románico.

En fin, una serie de geniales disposiciones estructurales que ponen en evidencia, en mi opinión, que los constructores de esta iglesia de Saint Philibert de Tournus desarrollaron en ella un magistral oficio y conocimiento estructural, en la línea de los continuos progresos que el maestro románico elabora, siempre con los elementos estructurales mínimos que le son absolutamente necesarios, buscando articular y lograr un espacio plenamente románico. En España podemos ver una solución similar a Tournus en la segoviana iglesia de San Martín, en la que queda sólo un tramo cubierto por bóveda de cañón transversal original de su nave central y en Francia en la iglesia de Farges les Mâcon. Una genial disposición que no tuvo mayores consecuencias en lo románico y que vemos raramente construida.

Será con las iglesias de peregrinación[104] cuando la situación de estas bóvedas de cuarto de cañón construidas sobre tribunas, se disponga a una altura con respecto a la bóveda alta de medio cañón de la nave central, que permita que sus líneas de clave se aproximen a las zonas donde la bóveda alta entrega su empuje, con lo que no estando aún aplicadas en el plano exactamente correcto de su estribado, si se aproximan suficientemente a él y colaboran

103 La estupenda cúpula del Panteón de Agripa presenta un considerable óculo, estabilizado por un potente anillo de fábrica de ladrillo. Este anillo es circular y perimetral al vano del óculo, de forma que podemos suponerlo como dos arcos semicirculares que se apoyan uno en el otro, según infinitos ejes. Recogen las acciones de las plementerías superiores de la cúpula hacia el vano abierto por el óculo y las equilibran de esta manera con total estabilidad.

104 Son iglesias construidas a partir de la primera mitad del siglo XI, en directa relación con los Caminos de Santiago: Santiago de Compostela, Sainte Foy de Conques, Saint Sernin de Toulousse, y las ya desaparecidas Saint Marcial de Limoges y Saint Martín de Tours. Suponen una de las más logradas manifestaciones de madurez de la arquitectura románica.

de manera importante al mismo. Los respectivos arcos fajones de la bóveda alta y la de cuarto de cañón, coinciden en sus planos estribando y transmitiendo correctamente a los contrafuertes exteriores los empujes reconducidos que en sus planos genera el sistema. Se podría decir, que aquí está en germen la idea del arbotante gótico; olvidado ya desde su utilización por Roma, como veremos.

Y aún, se sigue esta línea de combinación efectiva estructural en la inicial arquitectura cisterciense (Fig. 85, abacial de Fontenay, Borgoña, Francia, siglo XII). En ella, las bóvedas de medio cañón de sus naves laterales se disponen transversalmente al eje de la bóveda de la nave central, bien que sus claves se sitúan en planos inferiores al de imposta de aquella bóveda. Viollet le Duc nos revela una notable particularidad de este asunto. Sobre los arcos fajones de los tramos de las naves laterales de esta abacial, se elevan muros, superiormente limitados por el faldón de la cubierta, dispuestos bajo ella y por tanto ocultos a la vista, que apuntalan la bóveda de la nave central.

Pero como en otras ocasiones, podemos ver ejemplos de este tipo de soluciones muy anteriores. En la basílica de Majencio-Constantino (Fig. 94, Foro Republicano de Roma, siglo III-IV), podemos ver estas bóvedas de medio cañón dispuestas transversalmente, amplias y notables, en sus naves laterales. Bien que aquí, no colaboran en nada al estribo de las potentes bóvedas de arista romanas de argamasa y ladrillo que cubrieron su espacio central, sino al refuerzo de los altos muros laterales. En la asturiana iglesia de San Miguel de Lillo (Figs. 234, 235, siglo IX), como más adelante se verá, podemos ver un genial anticipo de este sistema en las bóvedas conservadas en sus naves laterales.

6.8. LOS TIRANTES EN EL ESTRIBADO DE LOS EMPUJES DE LA BÓVEDA DE MEDIO CAÑÓN

Es el momento de tratar de los tirantes de madera dispuestos en las bóvedas de medio cañón que colaboran a estribar por estos medios, complementarios con el correcto diseño estructural, los empujes que aquellas generan. Su utilización se generalizó ya con la arquitectura bizantina[105].

Estos tirantes eran vigas de madera de apreciable escuadría que se disponían empotradas cada cierta distancia en planos próximos a los de imposta de estas bóvedas. Bien que no exactamente en los puntos adecuados donde entendemos que se entregan los empujes resultantes. Con ello colaboran en parte al estribado del empuje horizontal que aquellas ejercen, ejerciendo un atirantamiento de sentido contrario a ese empuje. Aunque el sistema no es perfecto, es parcialmente eficaz. La introducción del tirante supone un elemento de seguridad sobre el sistema dispuesto de estribado de la bóveda.

105 Choisy, Auguste, *El Arte de construir en Bizancio*, pp. 117-125, Instituto Juan de Herrera, 1997, Madrid.

Pero quiero constatar una cuestión. El simple empotramiento o anclaje del tirante en la fábrica de la bóveda no me parece suficiente para lograr el efecto deseado. La eficacia de su acción dependería sólo del rozamiento entre el tirante en su superficie de empotramiento y la fábrica, y por tanto es muy reducido e ineficaz, al par que se ejercerían tensiones de tracción que la fábrica no soporta. Es necesario que para un correcto funcionamiento del tirante, existan piezas de madera dispuestas longitudinalmente en el interior de la fábrica a las que se ancle mediante las uniones adecuadas, disminuyendo así drásticamente esas tracciones y garantizando un buen enlace con las mismas.

Ya Viollet le Duc, nos expone casos de estas vigas continuas y empotradas en la coronación de muros que soportan bóvedas de medio cañón, bien que sin relacionarlas con tirantes[106], y en discutible función de zunchado de los mismos. Y Choisy abunda en ello, relacionándolas con la presencia de tirantes[107]. Estas vigas son necesarias para un correcto funcionamiento del tirante, ya que así su acción se difunde en la masa de la fábrica y es eficaz. Claro que hay que señalar que lo que expongo es mi opinión al respecto.

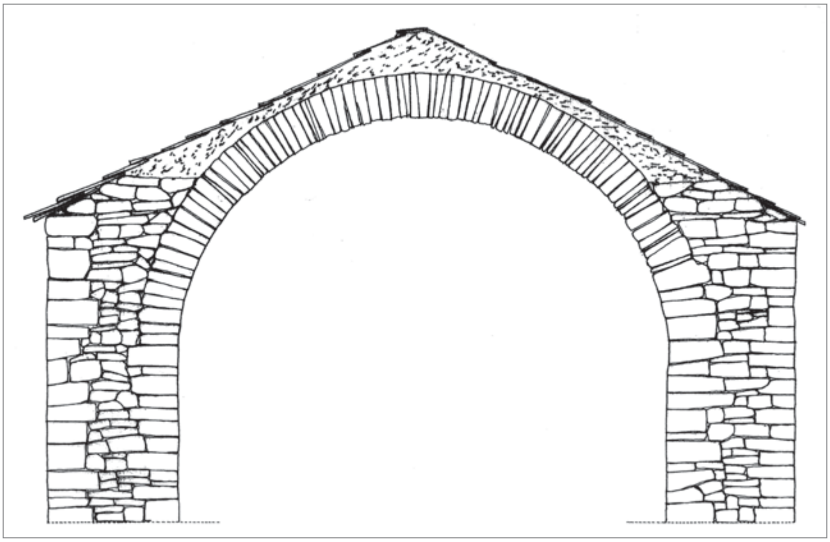
Nos llegan muy raros ejemplos conservados de tirantes de época románica, y otra vez es en Tournus donde los podemos ver bien conservados e in situ en la bóveda alta de la capilla de San Miguel (Fig. 81), en ella podemos ver los tirantes de madera aplicados prácticamente en los planos de imposta de su bóveda de medio cañón. No es ese el lugar más adecuado, deberían disponerse a media altura de esa bóveda. Pero aun así, suponen la manifestación de una práctica más o menos repetida de la que nos han llegado sólo raros testimonios.

106 Viollet le Duc, Etiénne, *La construcción medieval*, o.c., pp. 14-16.

107 Choisy, Auguste, *El Arte de construir en Bizancio*, o.c.

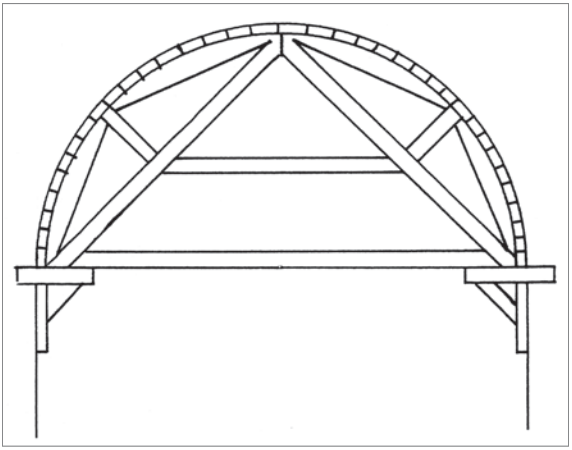


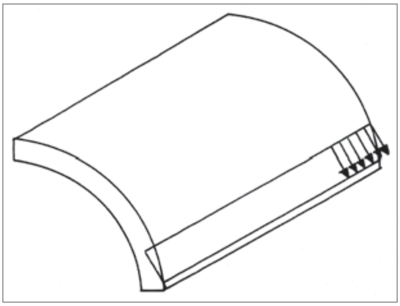




Figs. 68, 69 y 70. Arriba izquierda. IGLESIA ABACIAL DE FLEURY (Saint Benoit sur Loire, siglo XI). Bóveda de medio cañón con arcos fajones sobre el presbiterio. Ver la arquería que se abre hacia el deambulatorio y sobre ella un falso triforio y el clerestorio. **Arriba derecha.** SAN VICENTE DE CARDONA (hacia 1040, románico-lombarda). Bóveda de medio cañón con arcos fajones. La bóveda se construyó inmediatamente después de la fase lombarda. Ver los tirantes de barrones de hierro introducidos en consolidaciones posteriores. **Abajo.** SECCIÓN RECTA DE UNA BÓVEDA DE MEDIO CAÑÓN. Con faldones de argamasa recrecidos sobre la bóveda para configurar su cubierta.

Fotos y dibujo: Roberto Benedicto. 2012-2008-2001.



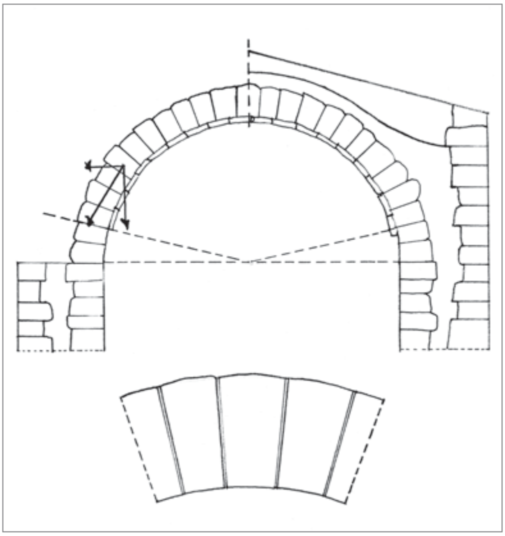


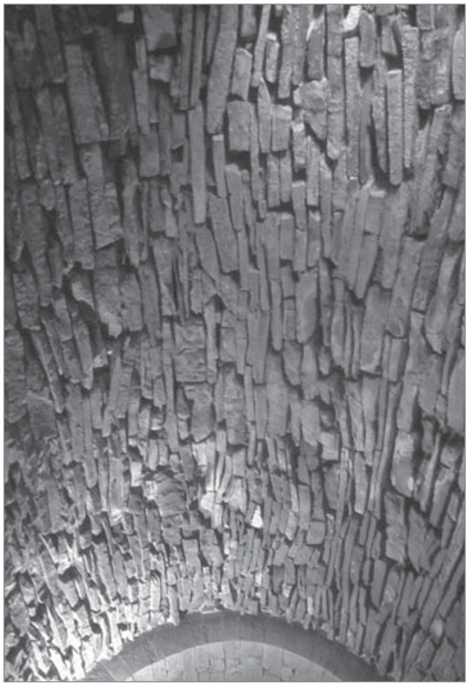


Figs. 71, 72 y 73. Arriba izquierda. CIMBRA TIPO Y SU SISTEMA DE APEO PARA BÓVEDA DE MEDIO PUNTO. La tablazón de la cimbra es recibida por cuatro camones, sustentados por un sistema de piezas de madera, con tirante, cercano al concepto de una cercha. En este caso el sistema se apoya en ménsulas provisionales empotradas en los muros en el plano de imposta de la bóveda. Arriba derecha. Resultante del empuje que ejerce una bóveda de medio cañón. **Abajo**. SAN PEDRO DE CASERRES (Gerona, España, siglo XI). Arriba. Bóveda de medio cañón de la nave central, hacia la cabecera.Ver los mechinales de apoyo de las vigas soporte del sistema de apoyo de la cimbra del primer tramo referenciadas en el texto.

Dibujos y foto: Roberto Benedicto. 2007-2013.







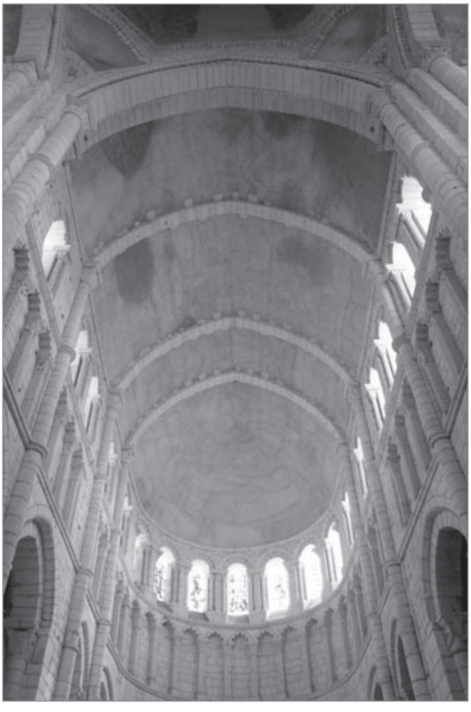
Figs. 74, 75 y 76. Arriba. SAN PEDRO DE CASERRES (Gerona, España, siglo XI). Bóveda de la nave sur, segundo tramo. Ver la impronta de las tablazones en la capa de argamasa adherida a la bóveda. **Abajo izquierda.** SECCIÓN RECTA DE UNA BÓVEDA DE MEDIO CAÑÓN SOBRE MUROS. No se ha representado el sistema de apoyo de la cimbra. En la sección derecha se ha dibujado, sobre su extradós, la capa de compresión, el relleno de senos y las capas de argamasa que conforman el faldón para recibir las losas de la cubierta que no se han dibujado. Se han representado a puntos los planos radiales superiores de los salmeres de la bóveda. En el dibujo inferior podemos ver dovelas radiales de sillería que facilitan la disposición de finas juntas del mismo espesor. **Abajo derecha.** MONASTERIO DE SAN JUAN DE LA PEÑA (Huesca, siglo XI). Sala de los Concilios. Estado actual de la plementería de lajas de piedra de una bóveda de medio cañón que ha perdido la argamasa de la parte inferior de las juntas.

Fotos y dibujo: Roberto Benedicto. 1995-2013.

Figs 77, 78 y 79. Arriba. CONTRAFUERTES EXTERIORES. SAN VICENTE DE ÁVILA (España, siglo XII). Contrafuertes de estribo del sistema de bóvedas de arista de su nave lateral norte. **Abajo izquierda.** LA CHARITÉ SUR LOIRE (Francia, siglos XI-XII). Bóveda de medio cañón apuntado con arcos fajones apuntados sobre el presbiterio. Ver el triforio y el clerestorio. La bóveda es ya del siglo XII. **Abajo derecha.** ABACIAL DE SAN MIGUEL DE CUXÁ (Rosellón, Francia, siglo XI). Nave lateral sur de la iglesia cubierta por bóveda de cañón de cuarto de esfera. La nave central está cubierta por armaduras de madera sobre arcos diafragma.

Fotos: Roberto Benedicto. 2013-2010.







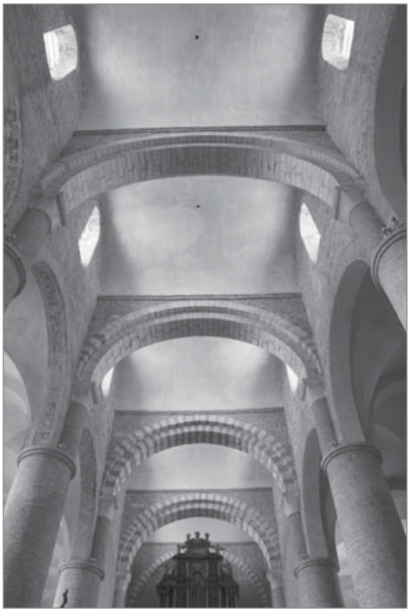






Figs. 80, 81 y 82. Arriba izquierda. CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (siglo XI). Tribuna sur de la nave central. Bóvedas de cuarto de cañón sobre arcos diafragma en función de fajones correspondientes con lod de la nave central. A la izquierda se abren las ventanas de la tribuna. **Arriba derecha.** SAINT PHILIBERT DE TOURNUS (Francia, siglo XI-XII). Capilla de San Miguel en el interior del piso superior del cuerpo occidental lombardo del siglo XI. Vista hacia la cabecera de la iglesia. Las naves laterales se cubren con bóvedas de cuarto de cañón. El pequeño ábside situado hacia la nave está hoy cegado por un órgano. Ver los tirantes de madera de la bóveda alta que aún nos llegan. **Abajo.** Atrio del cuerpo occidental lombardo, vista desde el noreste con la nave central y la lateral sur. Ver cómo las bóvedas de medio cañón transversal estriban las de arista de la nave central.

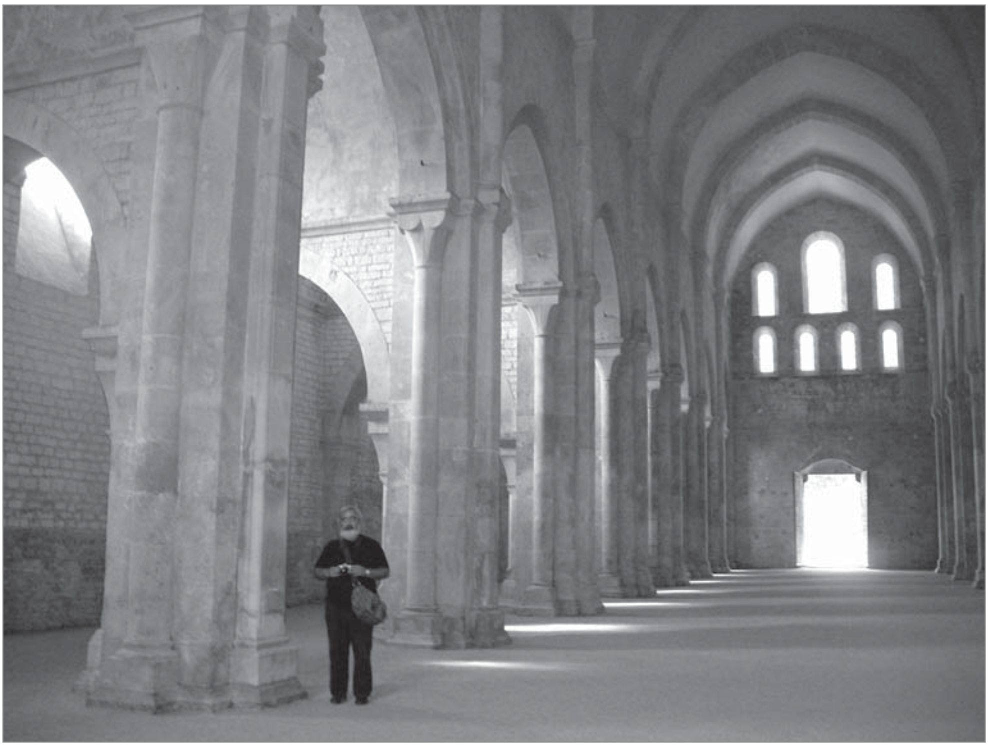
Fotos: Roberto Benedicto. 2013-2008.





Figs. 83, 84 y 85. Arriba izquierda. SANT PHILIBERT DE TOURNUS (Francia, siglo XI-XII). Bóvedas de la nave central de la iglesia, de eje transversal a la nave. **Arriba derecha.** Capilla de San Miguel. Detalle de los «arcos concéntricos» de la plementería de una bóveda de cuarto de esfera de un tramo de la nave lateral norte, hacia la nave central. **Abajo.** ABACIAL CISTERCIENSE DE FONTENAY (Francia, siglo XII). Vista hacia los pies de la iglesia. Ver las bóvedas de medio cañón transversales al eje de la nave central, con el autor de este texto más joven.

Fotos: Roberto Benedicto. 2012.





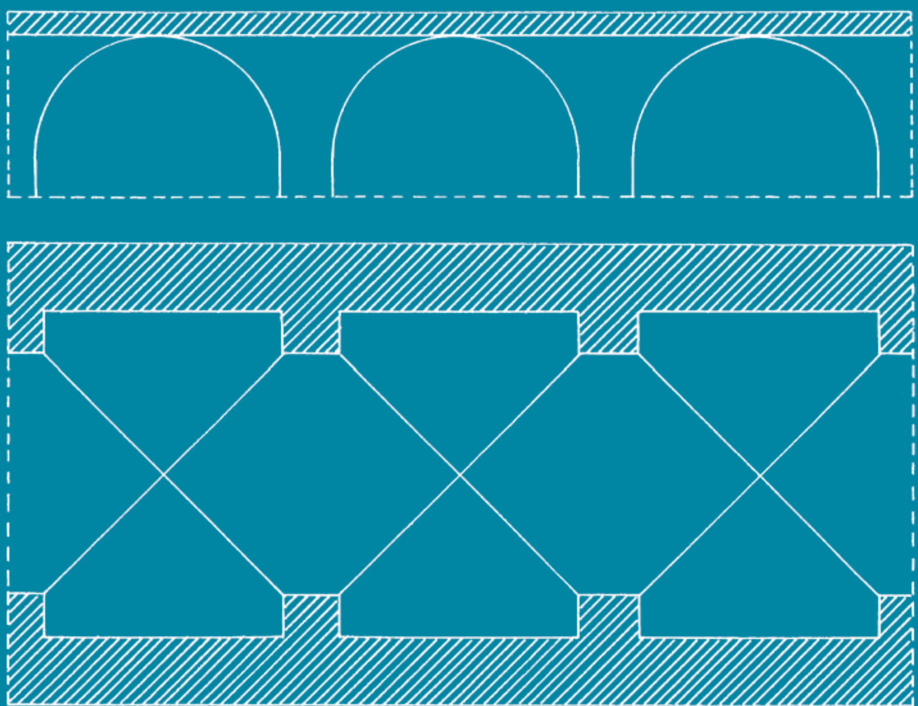


Figs. 86 y 87. Arriba. CATEDRAL DE PARMA (Italia, hacia 1162). Tirantes en la nave lateral norte. **Abajo.** CATEDRAL DE SPEYER (Renania, Alemania, siglo XI). Tirantes en las bóvedas de arista de su nave central.

Fotos: Roberto Benedicto. 2012-2012-2009.

CAPÍTULO 7

LA BÓVEDA DE ARISTA ROMÁNICA.
LAS PRIMERAS BÓVEDAS DE CRUCERÍA



Para comprender correctamente el origen, la evolución y el progreso que implica la bóveda de arista románica, es precisa una aproximación a la anterior bóveda de arista romana.

7.1. LA BÓVEDA DE ARISTA ROMANA

Conocemos la bóveda de arista romana sobre un tramo de planta cuadrado, que se forma al interseccionarse ortogonalmente dos bóvedas de medio cañón del mismo radio. Característica fundamental de esta bóveda romana es que las claves de los teóricos arcos de embocadura[108] del tramo que cubren, que forman parte de los «cañones concurrentes» y de la propia bóveda, se sitúan a la misma altura que la clave de la figura geométrica que forma su intersección que es la bóveda de arista. Que los cuatro plementos[109] de planta triangular que la componen son iguales y forman parte de ambos medios cañones. Y que los aristones de la bóveda, es decir las líneas de intersección de sus cuatro plementos, son por tanto, arcos de geometría elíptica contenidos en planos perpendiculares a las diagonales del tramo de planta[110] (Fig. 88).

Una forma bien caracterizada de utilización de este tipo de bóvedas en Roma, era conformando tramos de planta cuadrada continuos que cubrían más o menos amplios espacios de planta rectangular, en los que las bóvedas se estribaban sobre machones-contrafuertes interiores a los muros laterales de cierre y sobre pilares intermedios si el espacio tenía varias naves. Se conformaba así un sistema de bóvedas de arista sobre tramos cuadrados de planta, cuyos plementos continuos se enlazaban con cortos tramos continuos de medio cañón, correspondientes al ancho de los pilares y que formaban parte de las bóvedas de medio cañón concurrentes.

En función de las características descritas para estas bóvedas de arista romanas, todas las claves de esta serie continua de bóvedas se situaban al mismo nivel, existiendo una continuidad entre los plementos. El ejemplo expuesto en la figura que se acompaña es el de una única nave rectangular (Fig. 89).

108 Son los arcos teóricos que delimitan el tramo cubierto por la bóveda de arista.

109 Se llama plementería al total de la fábrica que forma la bóveda. Plemento es cada una de sus partes. En este caso son cuatro plementos.

110 Que el aristón sea de geometría elíptica, es fácil de entender. Los radios de los arcos de embocadura son menores que el que correspondería a un aristón semicircular, que tendría un radio igual a la mitad de la diagonal del tramo de planta y se elevaría por encima de las claves de los arcos de embocadura. Pero dado que la clave de la bóveda (del aristón) está a la misma altura que la de los arcos de embocadura, sólo puede tener una geometría más rabajada que el semicírculo, por tanto elíptica.

Si la bóveda de arista romana se construía sobre un tramo de planta rectangular, es evidente que los cañones concurrentes tienen distinto radio y que dispuestos sobre su común plano de imposta, sus claves están a distinta altura. Mantener el medio cañón correspondiente al lado más corto sobre su plano de imposta, además de ser contradictorio con las características descritas para esta bóveda romana, podía conducir a situaciones imposibles, en las que los plementos correspondientes a los lados más cortos presentaban su línea de claves por debajo de la superficie del cañón correspondiente al lado más largo (Fig. 90). La solución adoptada en Roma fue peraltar el cañón del lado más corto, hasta que todas las claves de los arcos de embocadura estuvieran a la misma altura.

Pero entonces, los aristones de este tipo de bóvedas presentaban en sus arranques perturbaciones constatables a simple vista, ya que en ellos un plano vertical recto, el correspondiente al peralte del arco de embocadura menor, se interseccionaba con una superficie curva correspondiente al plemento mayor que permanece en su plano de imposta. De forma que esos cuatro arranques de los aristones no estaban contenidos en planos verticales correspondientes a las diagonales del tramo rectangular de su planta, siguiendo la parte restante de los mismos su geometría de tipología elíptica. El constructor romano que primaba la rapidez en la ejecución, aceptando esa imperfección, ocultaba estas y otras cosas con estucos tallados o no, con lo que esta cuestión era para él irrelevante.

Como anteriormente se ha dicho, es muy importante considerar ahora con respecto a estas bóvedas de arista romanas, que al estar formadas por dos medios cañones de sección transversal recta, en sus límites exteriores o arcos de embocadura no es necesaria la presencia de muros que estriben nada. Dado que los plementos que la conforman son parte de medios cañones rectos, los arcos de embocadura son semicirculares y el empuje que generan se produce en un plano siempre perpendicular a sus ejes. No existen acciones dirigidas hacia el exterior del tramo, por lo que no es necesario estribar nada en ese sentido y el muro se utiliza, en su caso, para cerrar lateralmente el espacio de los tramos. Era esta una magnífica oportunidad para la eliminación del muro lateral en esos tramos y su sustitución por amplios vanos de ventanas, y el constructor romano no la desperdició.

Nos llegan claros ejemplos de esto en la misma Roma, el caso en que lo podemos comprobar mejor es en el Mercado de Trajano (Fig. 91, Roma, Foro Imperial de Trajano, siglo II), en el que una sucesión de tramos de importantes bóvedas de arista de argamasa romana estribadas en potentes contrafuertes interiores y análogo al ejemplo descrito anteriormente, presentan sus vanos laterales y frontales extremos completamente abiertos. Sabemos que en ellos hubo ventanas que los abarcaban totalmente, ya desaparecidas. Queda en pie, reformada y restaurada por Miguel Ángel, la gran sala de las Termas de Diocleciano, hoy iglesia de Santa María de los Ángeles (Fig. 93, Roma, siglo II); con similar configuración y en la que por la definición de los revocos, es posible notar aún las deformaciones mencionadas de los aristones, aunque en la foto que acompaño no se aprecie bien. Igualmente nos llegan los restos de lo que fue la basílica de Majencio-Constantino (Fig. 94, Foro Republicano, Roma, siglo III-IV) y de algunas grandes salas termales, donde se repite lo descrito.

En la sala del Mercado de Trajano existen, muy restaurados, iniciales arbotantes compuestos por un pequeño contrafuerte exterior y un arquito con terminación superior recta, que se disponen en los planos de los machones de estribo de las potentes bóvedas de arista, estribando de forma correcta el empuje generado por las mismas y transmitiéndolo a los muros inferiores que separan las *tabernae* de su planta baja. En la basílica de Majencio-Constantino, y ya en un estado muy deteriorado podemos ver la misma solución de estribo en su flanco norte, de las ya desaparecidas y potentes bóvedas de arista de argamasa y arcos de ladrillo embutidos en su masa.

La función estructural de estos elementos en todos estos casos, es la de estribar la resultante, dirigida hacia el exterior de los empujes que ejercen las bóvedas de arista romanas concurrentes en esos puntos críticos transmitiéndola a los muros inferiores. Así, el muro que cerraba lateralmente el espacio bajo estas bóvedas de arista queda liberado de su función resistente y de estribado, y fue posible la apertura en sus vanos de importantes ventanas, que ya han desaparecido. En todos estos casos las bóvedas de arista eran potentes y pesadas bóvedas de argamasa y arcos embutidos de ladrillo, que generaban importantes empujes.

La similitud de este «contrafuerte» exterior descrito, con el artificio y la función del arbotante gótico, que facilita eliminar el muro y recoge los empujes de las bóvedas de crucería es indiscutible. Y supone una clara anticipación a la resolución de estos problemas de estribado estructural e iluminación, que vemos resueltos tan brillantemente en una fecha tan temprana como esta. Nadie retomó este camino, hasta aproximadamente mil años después en que la estructura gótica lo inicie nuevamente.

7.2. LA BÓVEDA DE ARISTA ROMÁNICA

La descrita tipología de bóvedas de arista romana es el punto de partida sobre el que se producirán los desarrollos que conducirán a la bóveda de arista románica. Pero es constatable que, hasta épocas relativamente tardías, la bóveda de tipología romana es utilizada en lo románico.

Se conserva en estupendo estado la llamada bodega del siglo XI de Saint Benigne de Dijón, (Fig. 95, Francia, inicios del siglo XI). Es una sala que se atribuye al abad Halimard, sucesor de Guillermo de Orta mejor conocido como Guillermo de Volpiano, esta sala se sitúa bajo la que fue dormitorio conventual, luego reconstruida con estupenda arquitectura gótica. En ella vemos repetido el ejemplo descrito anteriormente, con tres naves y con magníficas y masivas columnas de sillarejo que presentan el característico capitel lombardo-otoniano[111].

111 La actual bodega del único cuerpo de edificio románico conservado que cerraba el claustro de Saint Benigne de Dijón (Francia, siglo XI), se conserva perfectamente. Un amplio espacio de tres naves que ocupa toda la planta del edificio, presenta todos su tramos cubiertos por bóvedas de arista de tipología romana, con continuidad de plementos entre ellas. El capitel mencionado es sencillamente una media esfera invertida, cortada

Estas bóvedas de arista de época románica y tipología romana, presentan claves a la misma altura y la característica continuidad entre sus plementos, de forma que los contrafuertes de sus muros exteriores son interiores.

Igualmente se conservan algunos ejemplos de la utilización de bóvedas de arista de tipología romana en tramos continuos de planta, incluso en épocas ya avanzadas del periodo románico. En la Charité sur Loire (Fig. 108, Francia, siglos XI-XII), la nave central se cubre con este tipo de bóvedas continuas, ya del siglo XII. Pero es sobre todo en el Poitou, donde las podemos ver cubriendo los deambulatorios de sus iglesias de forma más repetida[112]. Notre Dame la Grande, Sainte Radegonde y Saint Hilaire (Fig. 109) (Poitiers, Francia, todas ellas del siglo XI); y en la abadía de Fontevraud, entre otros casos. En Saint Hilaire se conservan las bóvedas de arista concurrentes en una columna central del tercer tramo de su nave lateral sur, restaurado (Fig. 110). Pero es en la cripta donde la utilización de estas bóvedas de tipología romana se ve relativamente repetida, bien que en construcciones de comienzos del siglo XI. En algunas de ellas, verdaderamente significadas[113], sus naves y deambulatorios presentan esta tipología de bóvedas en series continuas (Fig. 97).

Pero si los aristones dejan de ser elípticos como lo son en la bóveda de arista romana y adoptan una geometría semicircular se obtienen muy importantes beneficios. Por un lado, el necesario sistema de cimbra y apoyos bajo los aristones es ahora semicircular y no elíptico, con la simplificación que ello conlleva en la preparación de las cimbras y armaduras de madera que las han de soportar.

Por otro lado, siendo estos aristones, como se verá, los elementos estructurales que recogen los empujes de los plementos de las bóvedas de arista y han de transmitirlos a sus estribos situados en los ángulos de sus tramos de planta, su geometría semicircular los convierte en «arcos de medio punto»; de forma que estos nuevos aristones semicirculares entregan un empuje, para una misma luz y un mismo estado de cargas, de dirección más cercana a la vertical que los elípticos, que por su geometría generan empujes de menor inclinación. Y así, los estribos pueden reducirse un poco más.

Esa transformación del aristón en un «arco de medio punto» lo convierte en un elemento estructural bien conocido y seguro, tanto en su construcción como en sus capacidades resistentes. Simplificándose un poco más la talla y corte de las dovelas aristeras (Fig. 111) y la ejecución de su no siempre trabado aparejo (Fig. 112). Con la importancia que todas estas circunstancias tienen en el camino de la simplificación de los trabajos y reducción de las secciones de los estribos que siempre perseguirá el maestro románico.

por los cuatro planos verticales definidos por un cuadrado inscrito a su planta semicircular, adaptada inferiormente a la columna. Aunque la fotografía no lo refleje los contrafuertes de las naves son interiores al espacio y análogos a la solución romana presentada anteriormente.

112 Bóvedas de la nave central de la Charité sur Loire (Francia, siglo XII). Capilla de Santa Catalina, catedral de Speyer (Renania, Alemania, siglo XII), entre otros ejemplos.

113 Saint Benoît sur Loire, San Miguel de Hildesheim, entre otras.

El espíritu del constructor románico, siempre atento a las mejoras de todo tipo que simplifiquen y mejoren sus estructuras, decide transformar aquellos aristones elípticos en semicirculares, lo que conlleva la elevación de la clave de la bóveda de arista sobre la de los arcos de embocadura (Fig. 106). Esto es fácil de entender, si nos fijamos en que el radio del aristón semicircular es coincidente con la mitad de su proyección diagonal en su tramo cuadrado o rectangular de planta, y por tanto mayor que el radio de los arcos de embocadura.

Como consecuencia de esto, los cuatro paños de plementería de medio cañón que conformaban la bóveda de arista romana se transforman con esta operación y se elevan ahora desde los arcos de embocadura hacia la clave de la bóveda con curvaturas complejas no ajustadas a superficies regladas, y naturalmente se inclinan hacia los cuatro lados exteriores del tramo ejerciendo unos pesos que antes no ejercían y que es preciso estribar. En el lugar de los arcos de embocadura será necesaria la construcción de verdaderos arcos que estriben esos pesos, serán indispensables. En el caso de las bóvedas de naves laterales, esos arcos —fajones, formeros o los muros laterales— tienen ahora la misión de contenerlos. Esta nueva geometría de la bóveda será la adoptada por el constructor románico ya desde un primer momento y se generalizará con consecuencias muy importantes que caracterizarán a la estructura románica.

Siguiendo este principio de adoptar para los aristones siempre una geometría semicircular y adaptar a esto sus cimbras y plementos, el constructor dispondrá arcos de medio punto más o menos peraltados en la embocadura de los lados cortos de los tramos rectangulares, buscando que el peralte elegido en función de la relación de los lados de la planta, le facilite la construcción de plementos no excesivamente inclinados o rampantes sobre los lados cortos del tramo (Fig. 115), evitando con ello la transmisión de pesos excesivos hacia sus arcos de embocadura.

No obstante, en las bóvedas de arista románicas sobre planta rectangular construidas en un primer momento, peraltando los cañones de los lados menores, el problema de las distorsiones del aristón, especialmente en su arranque se puede notar en algunos casos, que precisan para estudiarlos que las fábricas de las plementerías no presenten revocos y estén vistas. Esta distorsión es generalmente poco acusada porque el peralte es moderado. Pero podemos constatar en estos casos, cómo las dovelas correspondientes a las zonas de los salmeres de los aristones no sólo se disponen horizontalmente en aproximación de hiladas, en un claro intento de formar salmeres con mayor altura y evitar superficie de cimbra, sino que tratan a la vez y con ello de corregir las distorsiones de que hablamos, buscando la continuidad semicircular de los aristones (Figs. 104, 111 y112).

En lo romano, cuando la bóveda se construía con fábrica de dovelas de piedra bien talladas o ladrillo, el aparejo de los aristones que reciben y transmiten los empujes de los plementos presentaba una trabazón que enlazaba las piezas. Esta cuestión implicaba una complicación en la talla de estas dovelas aristeras que debían ajustarse a tres curvaturas distintas, las de los dos plementos concurrentes y la del aristón, dificultándose más estos trabajos dada la geometría elíptica del aristón. Por contra, el constructor románico, cuando sus bóvedas de

arista están construidas con lajas de piedra, ladrillo o piezas de sillarejo, las adosa simplemente en el aristón que presenta así una junta continua, o las dispone con muy poca trabazón entre las piezas concurrentes (Figs. 99 y 112). Pero cuando utiliza piezas talladas, estas se labran según esas tres curvaturas distintas, presentando un correcto aparejo y trabazón en el aristón (Fig. 112).

Otra cuestión comprobable en algunas bóvedas de arista sobre tramos rectangulares de planta, en los que predomina la anchura sobre la longitud del tramo, es que las lajas de los plementos de los lados cortos se disponen en abanico para poder adaptarse a la curvatura de estos plementos complejos y poder cerrar superiormente los mismos sin perturbaciones y manifiestas irregularidades (Fig. 99). Esta cuestión es clara consecuencia de la distinta curvatura de los aristones y de los arcos laterales de embocadura del tramo.

Por un lado hemos visto que en los casos de tramo cuadrado de planta, el radio de curvatura de los arcos de embocadura y del aristón son diferentes, es mayor el del aristón; en el caso de tramos rectangulares de planta esa diferencia es aún mayor. Por otro, al ser la clave de la bóveda más alta que la de los arcos de embocadura, los plementos son más o menos rampantes. Todo esto tiene como consecuencia que las sucesivas hiladas que se disponen para la construcción del plemento, que arrancan horizontalmente desde su entrega hacia la clave, no pueden cerrarlo superiormente con hiladas horizontales. Se produce un desajuste en la zona de clave del plemento, que se corrige con esta descrita disposición en abanico de las hiladas.

En el caso de tramos cuadrados de planta esa distorsión se corrige en las zonas de clave introduciendo hiladas forzadas según el hueco que queda por cerrar, y no es manifiestamente evidente, pasa comúnmente desapercibida. Pero en tramos rectangulares esa distorsión es más importante, con lo que la regularización de las hiladas implica la aparición de esas hiladas en abanico para ganar la zona de clave con las menores distorsiones posibles. Este tipo de solución tendrá una más notoria y progresiva continuidad en las bóvedas de crucería góticas[114]. Pero en todos los casos, la alternancia de las juntas verticales en cada hilada es fundamental para lograr su correcto aparejo.

No es infrecuente leer que la ejecución de la cimbra de las bóvedas de arista románicas se realizaba partiendo del extradós de los arcos semicirculares de sus embocaduras, peraltados o no, siguiendo la geometría variablemente dispuesta de los plementos y buscando sus intersecciones que definirían los aristones y en consecuencia la geometría de sus cimbras y sistemas de apoyo. Por lo dicho anteriormente es evidente que esto no puede ser así. Pero además, sin un apoyo de la tablazón de la cimbra bajo el plano de los aristones previamente definidos en su geometría deliberadamente semicircular, parece difícil lograr ese propósito. Es evidente la necesidad de que existan previamente construidas coincidiendo con la geometría de los aristones sus cimbras y sistemas de apoyo. Si cómo es lógico y constructivo se constru-

114 Las del claustro de la Catedral de Lérida, son un buen ejemplo entre muchas otras.

yen previamente, lo coherente es apoyar la cimbra en ellos y construirla para cada uno de los plementos con una geometría que dispondrá libremente el constructor y que los entregue correctamente en los arcos de embocadura.

Una situación que me parece decisiva para apoyar estas cuestiones, es la que se constata cuando ya en el periodo final románico se produce la introducción de arcos de embocadura apuntados sobre los lados cortos de un tramo rectangular a cubrir con bóveda de arista (Fig. 118). Estos arcos apuntados, peraltados o no, facilitan una aproximación de las claves de los cuatro arcos de embocadura, evitando plementos excesivamente rampantes sobre los lados cortos del tramo. Además de producir empujes más cercanos a la vertical que los arcos de medio punto y por tanto más convenientes para sus estribos. Si por medio de la geometría descriptiva buscamos la geometría de los aristones resultantes de la intersección de estos plementos partiendo de la configuración de arcos de embocadura apuntados de la que ahora trato, vemos que el resultado son aristones curvos que no están contenidos en los planos diagonales del tramo y que ofrecen geometrías complejas (Fig. 116). Pero la realidad construida que vemos no se ajusta a este tipo de intersección. Presenta aristones claramente semicirculares contenidos en los planos perpendiculares a las diagonales de la planta, cuya geometría ha establecido previamente el constructor. De forma que desde ellos se dispone una geometría compleja para los plementos que se entregan en los arcos dispuestos en las embocaduras del tramo. Es un proceso constructivo coherente que elimina todas las perturbaciones en la geometría de los aristones y que se resuelve con la colocación de la tablazón de las cimbras para los plementos siguiendo esas geometrías, que aunque impliquen curvaturas complejas, siempre se pueden resolver por este medio fácilmente.

7.3. LA CRUJÍA ROMÁNICA. LOS SALMERES DE LA BÓVEDA DE ARISTA

Los hasta ahora descritos son fundamentalmente los dos tipos de bóvedas de arista utilizados en el periodo románico[115], las construidas inicialmente «a la romana» con sus claves a la misma altura y las bóvedas de arista con aristones semicirculares, sobre tramos rectangulares y cuadrados de planta siempre con arcos que delimitan sus tramos y en ambos casos también sobre tramos trapezoidales en los tramos de los deambulatorios[116], como más adelante estudiaremos.

Llamaremos en cada tramo arcos fajones a los arcos dispuestos transversalmente al eje de la nave en que se sitúan, y arcos formeros a los dispuestos lateralmente. Los formeros no se presentan exentos, sino semiempotrados en los muros de cierre laterales, tanto en el caso de las bóvedas altas de la nave mayor como en el de las naves laterales. Forman parte de los muros y por tanto no funcionan estructuralmente como arcos, ya que bajo ellos no hay ningún

115 Choisy, Auguste, *Historia de la Arquitectura*, o.c., Tomo II, Figs. 102-104. Aquí, Choisy refleja algunas particulares bóvedas de arista románicas.

116 Es la prolongación de las naves laterales alrededor del presbiterio.

vano abierto que les exija ese tipo de funcionamiento estructural (Fig. 99). Incluso en algunos casos ni existen estos arcos formeros, entregándose directamente los plementos a esos muros que estriban los pesos transmitidos (Figs. 106, 107 y 109).

Se define así un tramo formado por la bóveda de arista y sus cuatro arcos de embocadura, que llamamos crujía románica, de una o tres naves. La prolongación de estos arcos hasta al suelo, mediante el pilar de articulación triple lombardo y el pilar compuesto[117], que estudiaremos más adelante, incidirá fundamentalmente en un propósito evidentemente mucho más «arquitectónico» de articulación de ese pilar y por tanto del espacio románico que se construye, que estructural.

En el capítulo referente a los arcos expuse la existencia en lo románico, de bóvedas de medio cañón con arcos fajones que se empotraban en sus zonas de arranque en la plementería de la bóveda. También expuse la existencia de arcos lombardos y arcos de falsa tipología lombarda.

En lo románico, y respecto a la conformación de los salmeres, plementos y arcos que conforman un tramo cubierto por bóveda de arista, tres situaciones podemos estudiar. La más generalizada, y generalmente más tardía, es aquella en la que los arcos arrancan con apoyos independientes y enteros sobre sus ábacos de apoyo común[118] (Figs. 98, 102, 107), de forma que también los cuatro correspondientes salmeres de los aristones de la bóveda de arista se entregan en el ábaco con un apoyo y una entidad razonable. Diremos entonces que existen salmeres independientes.

Es evidente que en esta situación se precisa de un ábaco o de una zona de apoyo de los salmeres de cierta entidad, capaz de recibir el apoyo de los arcos concurrentes y del aristón de la bóveda. Entidad que crecerá con el aumento de la luz de arcos y bóvedas. Este aumento del tamaño de los ábacos implica que los pilares o columnas aumenten de sección, coherentemente con las mayores cargas y empujes que han de estribar, tomando un aspecto inadecuadamente masivo, que el maestro románico tratará convenientemente para amortiguar este efecto y lograr una articulación correcta del espacio románico. De esta cuestión fundamental en los progresos estructurales trataré más adelante.

La segunda situación a este respecto, de carácter intermedio, que podemos ver en no pocos casos en las naves de iglesias y fundamentalmente en las criptas con tramos cubiertos por bóvedas de arista sobre delgadas columnas, en la que ahora centro mi discurso, y por tanto con ábacos que ofrecen espacios reducidos, obliga a que el conjunto de los apoyos de

117 Lambert, Elie, *El Arte Gótico en España en los siglos XII y XIII*. Edc. Cátedra, Madrid, 1977. Es este auto el que ha acuñado la denominación de pilar hispano-languedociano para el pilar compuesto de núcleo cruciforme y semicolumnas empotradas en cada cara.

118 El ábaco, es una pieza dispuesta sobre el capitel que oficia de «zapata» de transición entre los arcos, el capitel y la columna o pilar. Su primera aparición es de la mayor antigüedad, cumpliendo esta misma función, en la arquitectura adintelada de los templos egipcios.

arcos y aristones sea muy reducido. La inexistente investigación sobre este asunto y la lógica dificultad de abrir catas en estos puntos que hasta ahora he tenido, me obliga a tener que emitir hipótesis al respecto, bien que considero son muy razonables, o al menos constatar lo que he podido estudiar. Veamos:

Lo que podemos ver en estos casos es que aparentemente los arcos que delimitan estos tramos cubiertos por bóvedas de arista, «penetran» en las zonas de arranques de los aristones, de forma que superadas estas zonas, la plementería de la bóveda se enrasa con el aparente extradós de los arcos, entregándose en sus frentes o sobre su extradós (Figs. 99-101, 103). De esta forma, los arcos presentan sus frentes menos altos en las zonas de sus arranques que en sus claves, adoptando la apariencia de arcos de tipología lombarda. Lo que puede producir confusión, ya que estas cosas se pueden constatar tanto en casos acreditadamente de factura lombarda como no lombarda.

Podemos profundizar en esto en algunos casos en que es posible ver con mayor claridad la situación real. Los arranques de los aristones se disponen artificialmente ya que se conforman con pequeñas piezas, más bien lajas sin ninguna función estructural, que se han colocado simplemente adheridas con argamasa a los arcos en esas zonas (Fig. 100). Estas piezas «articulan formalmente» la continuidad de los aristones hasta su apoyo en el ábaco y no tienen ya función estructural. Puesto que el empuje que generan bóvedas y arcos se entrega en zonas superiores, quedando las inferiores encargadas de estribar sólo las cargas verticales, y estas prolongaciones son irrelevantes para esta función. Pero no es posible ver más. No se puede determinar si los arcos arrancan con apoyos independientes o no.

La tercera situación, poco común en lo románico, es la que presenta arcos y aristones compartiendo sus arranques y salmeres, con piezas enterizas labradas de forma que configuran las iniciales dovelas de estos arcos y bóvedas. Diremos que, en las dos últimas situaciones, existen salmeres compartidos. Es esta una solución constructiva que encontramos ya en la arquitectura hispanovisigoda (San Juan de Baños de Cerato, Palencia, España. San Pedro de la Nave, Zamora, España, siglo VI, entre otras). Desarrollaré este asunto y sus consecuencias en la evolución de la estructura románica más adelante. Pero sí, digo ahora, que las situaciones descritas son todas coherentes con el sistema de transmisión de tensiones de compresión entre plementos y arcos.

Recuerdo las dudas que me planteaba, ya hace años y con regularidad mi ya fallecido amigo y estudioso del románico altorribagorzano D. Manuel Iglesias Costa, inquiriendo sobre la geometría de los arcos lombardos y estas situaciones. Lo cierto es que todas estas cuestiones no están aún tratadas por la investigación.

Quiero comentar una cuestión que veo repetida en algunos textos y que no se ajusta a la realidad. Se afirma, de modo injustificado, que la introducción de las bóvedas de arista en las criptas se efectuó porque su altura desde sus planos de imposta era menor que la necesaria para construir bóvedas de medio cañón. Y que en consecuencia facilitaban que en el caso de criptas semienterradas, el presbiterio no se tuviera que alzar excesivamente sobre la nave. Veamos.

Es cierto que en época carolingia algunas criptas ya se dispusieron semienterradas, e implicaron la elevación del presbiterio que se unió al espacio de las naves mediante gradas. Ahora bien, cuando la bóveda de arista adoptada seguía en su geometría la tradición romana, la altura de su clave se situaba a la misma altura que la de sus arcos de embocadura y por tanto a la misma altura que una bóveda de cañón que se construyera siguiendo la generatriz de estos arcos. Pero si la bóveda de arista era plenamente románica, la altura de su clave se situaba por encima de la de los arcos de embocadura del tramo y por tanto de una teórica bóveda de medio cañón. Por tanto la altura total del sistema con bóvedas de arista plenamente románicas era mayor que con bóvedas de medio cañón. No fue esta la razón de la introducción de este sistema, sino el lograr una diafanidad máxima del espacio interior de la cripta, apoyando las bóvedas de arista en delgadas columnitas como más adelante se verá.

Para Auguste Choisy[119] las anteriores bóvedas de arista bizantinas entregan su plementería sobre el frente de los arcos fajones y formeros del tramo y no sobre su extradós. En las dos situaciones la transmisión de los pesos de los plementos a sus arcos de embocadura ejerce acciones sobre los arcos que se traducen en cargas que estos han de estribar. Si los plementos se apoyan sobre el extradós de los arcos, las capas de compresión de argamasa colocadas sobre aquellos y sus rellenos de senos ofrecen una continuidad total entre las bóvedas. Si se apoyan sobre el frente de esos arcos, se ha hablado, creo que sin fundamento serio, de «articulaciones» y de cierta independencia estructural entre los plementos y por tanto entre los tramos. En cualquier caso, si el arco emerge por encima del trasdós de la bóveda estamos en esta última situación. Es esta cuestión fundamental por conocer, una más de las que la investigación no ha abordado aún.

Algunos autores han tratado someramente de estos asuntos[120] al referirse a las circunstancias que presentan las bóvedas de crucería gótica en los primeros momentos de su utilización en Francia. Aunque es Viollet le Duc[121] quien lo ha hecho desde un análisis técnico y constructivo con mayor claridad, estudiando las bóvedas góticas de crucería.

Para Viollet la bóveda de arista románica, tanto sobre planta rectangular como cuadrada, tiene sus aristones semicirculares, con las consecuencias de conformación geométrica y estructural que he descrito. Pero es un hecho que existen en pie bóvedas de arista con todas sus claves a la misma altura, de tradición romana. El establecimiento de la cronología de unas y otras, así como de las exactas geometrías que presentan sería algo del mayor interés. La tarea no es nada fácil, requiere el levantamiento de planos de estas bóvedas por medios rigurosos y su correcta interpretación, que ofrece notables dificultades; el estudio documental y cronológico de las mismas que en numerosas ocasiones es imposible por la falta de documentación disponible; una cuidadosa observación de las circunstancias constructivas que presentan; una clara determinación de sus emplazamientos no sólo en sus ámbitos geográficos de ubicación,

119 Choisy, Aguste, *Historia de la Arquitectura*, o.c.

120 Frank, Paul, *Arquitectura Gótica*. Ed. Cátedra, 2002, Madrid, Introducción y su nota 12.

121 Violet le Duc, E., *La construcción medieval*, o.c. Cito este texto entre su amplia obra publicada.

sino en el edificio, y como consecuencia de ello el establecimiento de relaciones constatables. En fin una compleja tarea que ojalá se aborde pronto.

7.4. LA CONSTRUCCIÓN Y LA GENERACIÓN DE TENSIONES Y EMPUJES EN LA BÓVEDA DE ARISTA ROMÁNICA

La bóveda de arista románica se construyó con las mismas fábricas descritas para la bóveda de medio cañón. Cuando se utilicen dovelas con piezas bien labradas, la labra de las dovelas aristeras supondrá una obligada complicación, ya que esas piezas deben tallarse con sus caras siguiendo las curvaturas del aristón y de los plementos concurrentes, además de aparejarse entre sí siguiendo esas curvaturas (Fig. 111). La solución a esta complicación sólo se superará con la posterior introducción de la bóveda de crucería.

Las piezas o dovelas de los plementos se disponen radialmente hacia sus centros de curvatura y a partir de sus salmeres son necesarias las cimbras para su construcción. En muchos casos los arcos fajones y formeros parecen haber sido utilizados para el apoyo de la tablazón de las cimbras, ya que sobre su extradós aparece abierta, retacada y cegada la hendidura que les sirvió de apoyo (Fig. 105). Si no se utilizan estos arcos para recibir la cimbra, es necesario construir sistemas de apoyo adosados a ellos. Si la bóveda es de pequeño tamaño la zona a cimbrar es reducida con lo que estos trabajos se simplifican notablemente.

Si la cimbra construida para los plementos resulta no ajustada a la necesaria curvatura, puede ser regularizada con argamasa y cañizos, como hemos visto en la bóveda de medio cañón. Se conservan no pocos testimonios de esto, entre otros, citaré el caso de la bóveda de arista lombarda del atrio de la abacial de los Santos Niños Justo y Pastor de Urmella (Huesca, España, primer tercio del siglo XI) en el que pude constatar en su intradós restos parciales de argamasa con la clara impronta de cañizos ya perdidos. Claro que no se puede considerar que esta urdimbre de cañizos sustituía a la tablazón de la cimbra, no tiene entidad para ello, y sí que «armaba» esta capa de argamasa.

A partir de esto se progresa en la construcción de los plementos de forma simultánea y simétrica en cada uno de ellos, tal y como se ha descrito para la bóveda de medio cañón. A lo largo de los aristones las dovelas se aparejan, bien de forma cuidadosa con dovelas talladas, buscando trabazón y secciones de masa homogénea y compacta para recibir y transmitir los empujes que les entregan los plementos (Fig. 111). Bien con lajas de piedra, sillarejos o ladrillo que se adosan simplemente o que presentan una ligera trabazón (Figs. 99, 104 y 112). La bóveda así construida se completará con su capa de compresión de argamasa sobre su extradós y el correspondiente relleno de sus cuatro senos.

Veremos cómo en no pocos casos, se aparejan las zonas de los salmeres de esos plementos, de forma que las dovelas no se disponen radialmente, sino horizontales y en algún caso algo inclinadas hacia el interior, volando progresivamente y siguiendo la geometría del aris-

tón y de los plementos a construir (Figs. 99 y 104). Con estas disposiciones esas dovelas son estables sin necesidad de cimbrarse y se puede progresar algo más en la altura de los salmeres reduciendo las zonas a cimbrar. Se continúa así el camino de la reducción de medios auxiliares y simplificación de los trabajos. Esta disposición de las piezas de los salmeres de los plementos será norma general en las importantes bóvedas góticas de crucería posteriores.

El peso de la plementería de la bóveda de arista, su capa de compresión, relleno de senos, sistemas de cubiertas en su caso o los que sobre ella graviten, que deben ejercer cargas uniformemente repartidas, producen en cada uno de los cuatro plementos tensiones de compresión que se traducen en empujes laterales (Figs. 113, 114). Para comprender bien esta cuestión, supondremos que un plemento está conformado por infinitos «arcos» transversales a su eje de la geometría que el plemento presente. Arcos que disminuyen en su desarrollo desde su apoyo en el respectivo arco de embocadura hacia la clave de la bóveda. De esta forma, cada uno de estos «arcos», que recibe los pesos descritos ejercerá en su plano y hacia su exterior sus correspondientes empujes que entregará en la única zona posible, sus puntos de contacto con los plementos contiguos, es decir en los aristones.

Esos empujes transmitidos al aristón crecen desde la clave de la bóveda hacia las zonas inferiores, ya que los plementos crecen en esa dirección. Este mecanismo de transmisión se produce simultáneamente en los cuatro plementos, que entregan sus empujes a sus aristones compartidos como única zona de contacto común.

Si para simplificar las cosas, imaginamos esa transmisión de empujes entre los plementos de una bóveda de arista sobre un tramo cuadrado de planta, es fácil comprender que la simetría formal y por tanto de pesos, se corresponde con la simetría de los empujes que ejercen aquellos «arcos» y por tanto de sus componentes horizontales. En un punto dado de un aristón esa componente horizontal del empuje que entrega un plemento es igual y de sentido opuesto al que entrega el contiguo. Por tanto sus respectivas componentes horizontales son iguales y sus efectos se contrarrestan, producen un estado de equilibrio en esta dirección, la suma de fuerzas horizontales en ese punto es cero, pero su acción permanece. Si un plemento desapareciese o se debilitara su fábrica esa descompensación produciría los consiguientes efectos.

Quedan por contrarrestar las componentes verticales, suma de las ejercidas por los plementos contiguos, produciendo unas componentes verticales resultantes que ha de estribar el aristón. El aristón funciona ahora como un arco semicircular en la bóveda de arista románica y elíptico en la de tipología romana, sometido a esas cargas verticales uniformemente crecientes desde la clave de la bóveda y a lo largo de toda su longitud. La sección que el aristón presente en cada punto debe ser la adecuada, sección que se engrosa con la capa de compresión y a partir de un punto dado con el relleno de senos, precisamente a partir del punto donde entendemos que un arco entrega su empuje resultante.

Finalmente el empuje del «arco» aristón, es transmitido a través del relleno de senos a los estribos dispuestos en los cuatro ángulos del tramo. Quedan por contrarrestar los pesos que

la inclinación de los plementos producen hacia los cuatro lados exteriores del tramo. Son los arcos fajones, y el conjunto formeros-muro, los que deben estribar estos pesos.

Si la bóveda de arista se construyera sobre un tramo de planta rectangular, es evidente que los plementos contiguos son de tamaño y peso desigual. Ahora no habría equilibrio entre las componentes horizontales de los empujes ejercidos sobre el aristón, y su sección debe estribar correctamente ese empuje horizontal excedido. La transmisión de las componentes verticales a lo largo de cada aristón se produce de la manera ya descrita.

El estudio de la inicial bóveda gótica de crucería cuatripartita[122] sobre un tramo cuadrado de planta, efectuado por Jacques Heyman[123], pone de manifiesto que el punto de entrega correcto del botarel[124] debe estar a una altura de 0,466 h de sus cuatro arcos diagonales, siendo h la altura interior de esos arcos que coincide con su radio ya que son semicirculares. Y ello porque es en ese punto donde se produce la entrega del empuje resultante de esa bóveda. Heymman hace trasladable esta cuestión a geometrías similares de bóvedas, como lo es claramente la bóveda de arista románica. Por lo que este es el punto que podemos considerar de su aplicación, que para simplificar las cosas consideramos que es la mitad del radio de los aristones semicirculares de la bóveda.

El semicírculo es la geometría adoptada para los aristones románicos y siendo los aristones las partes de esta bóveda que recogen y han de transmitir a los estribos los empujes que genera, el arco de medio punto es el mejor medio, experimentado, conocido y seguro de que se puede disponer. Un «arco» formado por las dovelas del aristón, su capa de compresión desde la clave hasta los senos y engrosado desde ese punto por la importante sección de estos senos, hasta su plano de imposta.

Los aristones elípticos de la bóveda de arista romana producen un empuje de dirección menos inclinada que los aristones semicirculares románicos y por tanto una componente horizontal de ese empuje mayor. Con la adopción de aristones semicirculares los estribos necesarios a disponer pueden ser algo menores. La introducción de este tipo de aristones supone una menor complicación en la ejecución de los medios auxiliares, una simplificación en la talla y aparejo de las dovelas aristeras, una importante mejora en la estabilidad de la bóveda y una reducción en los estribos. El camino sigue.

Para explicar todo esto gráficamente, el convenio que utilizamos de descomposición de fuerzas o paralelogramo de fuerzas es sólo eso, un didáctico y útil convenio de aproximación

122 Es fundamentalmente una bóveda de arista a la que se la han adosado arcos bajo los aristones, la llamamos cuatripartita porque presenta cuatro plementos.

123 Heyman, Jacques, *El esqueleto de piedra. Mecánica de la arquitectura de fábrica*, o.c., pp. 26-29, fundamentalmente.

124 El botarel es el elemento que oficia de brazo del arbotante gótico, recogiendo y transmitiendo el empuje al contrafuerte del arbotante.

muy ajustado y absolutamente desconocido por el constructor medieval[125]. La realidad es más compleja. Un empuje no se resume en una fuerza aplicada en un sólo punto o un vector, afecta a zonas más o menos amplias de forma «difusa». No obstante, esos empujes siempre los podemos entender a efectos prácticos como un vector resultante descompuesto en dos tipos de acciones. Unas verticales o pesos y otras horizontales que generan el verdadero empuje (Fig. 113). Acciones ambas que deben ser estribadas con suficiente seguridad por los estribos.

Es por tanto imprescindible que estos estribos presenten una geometría correctamente dispuesta en el espacio, un material y una sección suficientes, para que las líneas de centros de presiones discurran dentro del núcleo central de todas sus secciones[126]. Se garantizará así, que todas las tensiones son de compresión y la estabilidad, con margen de seguridad adecuado. Para esto, es fundamental la correcta disposición en el espacio de las secciones de estos estribos, que deben disponerse para recoger los empujes y pesos generados transmitiéndolos a los cimientos y al terreno.

Con la bóveda de arista románica, el empuje de las bóvedas se había logrado conducir a puntos concretos de la estructura global, los cuatro ángulos de cada tramo. En el mismo momento que se inaugura la verdadera construcción románica se utiliza un sistema estructural preñado de futuro. Aquí, está ya en germen la idea de la bóveda de crucería. Ni el constructor lombardo, ni ningún otro, dieron en este período románico el paso decisivo. Construir verdaderos arcos formeros exentos del muro y aislar esos estribos donde se concentraban las cargas, eliminando el muro. Por contra, en los momentos inaugurales de que estamos tratando, el abrir vanos en estos muros —ventanas o puertas— se hace con temor y prudencia con vanos pequeños que tratan de no debilitarlo.

Hasta aquí, he tratado de exponer una serie de razones que pudieron estar detrás de la evolución de la bóveda de arista y de cómo el constructor románico pudo desarrollarlas, enfrentando y resolviendo con coherencia constructiva los problemas planteados, con resultados formales convenientes y persiguiendo siempre la simplificación del trabajo. En cualquier caso es este un asunto que debería concitar mayor atención y ser la razón de estudios e investigaciones más profundas.

7.5. LAS VARIANTES GEOMÉTRICAS DE LA BÓVEDA DE ARISTA. LA INICIAL BÓVEDA DE CRUCERÍA ROMÁNICA

Pero no quiero terminar este apartado sin citar las variantes, más frecuentes de lo esperado, que presentan estas bóvedas de arista. Un buen ejemplo relativamente tardío lo vemos en

125 El paralelogramo de fuerzas corresponde al siglo XVI.

126 Esto, siguiendo la Teoría Elástica. Para la Teoría Plástica bastará que esas líneas de centros de presión discurran por el interior de la masa de fábrica de los estribos.

Notre Dame de Beaune (Fig. 118, Francia, siglo XII). Aquí, las bóvedas de arista de sus naves laterales presentan en sus lados cortos arcos apuntados y sus aristones ni se interseccionan en la clave, ni están contenidos en los planos de las diagonales de la planta del tramo; en puridad, la bóveda que cubre el tramo es un medio cañón de eje transversal que presenta lunetos apuntados en su eje longitudinal.

Situaciones similares con lunetos curvos y apuntados alternados las podemos ver, en momentos iniciales, en la rotonda de Guillermo de Volpiano de Saint Benigno de Dijón (Fig. 96, Francia, siglo XII), y en el Panteón de los Reyes en San Isidoro de León, donde las bóvedas no llegan a ser plenamente de arista, sino que presentan lunetos que no se unen en la clave. Otra variante la podemos ver en la bóveda de arista que cubre el brazo norte del transepto de Saint Philibert de Dijón (Fig. 117, Francia, siglo XII), en la que sus aristones son claramente apuntados, no son semicirculares, y los cuatro plementos presentan definidas líneas de claves rectas. O la acertada y estupenda disposición de estas bóvedas, que Viollet nos señala, en el atrio de La Madelaine de Vézelay; en ella, las bóvedas de arista de sus tribunas presentan su plemento en contacto con el muro interior, en disposición fuertemente rampante, entregándose justo en la zona en que la bóveda de arista que cubre la nave central de este atrio se entrega en el muro. Con ello aquel plemento estriba correctamente, con el muro, el empuje de este plemento. A estas variantes hay que añadir las que más adelante expondré, que se producen en los deambulatorios, obligadas por las plantas trapezoidales de los tramos que los conforman (Fig. 109).

El problema de la necesidad de labrar dovelas aristeras según tres curvaturas distintas, se superará en el tramo final del periodo románico con la inicial utilización de la bóveda de crucería, que facilitará el paso a la estructura gótica (Figs. 119-120). Esta bóveda, no es otra cosa que una bóveda de arista en la que se han dispuesto arcos bajo sus aristones. Con ello las dovelas de los aristones se entregarán directamente al extradós o al frente de estos arcos, sin más labra especial que la que implique un correcto apoyo o entrega y mediante la introducción de una junta de argamasa. Esta sencilla operación, evita la compleja labra de las dovelas aristeras, ya que ahora no hay aristones, sino arcos en los que se entregan sencillamente. La bóveda se seguirá componiendo de cuatro plementos y queda notablemente reforzada con la introducción de estos arcos, capaces de resistir mayores empujes que el aristón de la bóveda de arista. Y de este modo, las nuevas bóvedas de crucería pueden construirse con mayor luz y crecerán en potencia y articulación en sus arcos.

Estos arcos, en espera de mejor apelativo, deben denominarse arcos diagonales, y no cruceros, perpiaños o apuntados. Arcos cruceros, es decir que cruzan el espacio, son también los arcos fajones. Por lo estudiado respecto a la entrega sobre ellos de la plementería no son perpiaños, no penetran en las plementerías; y este concepto que es correctamente aplicable a las piezas de los paramentos de un muro que penetran en su núcleo, no es aplicable a estos arcos. Como se ha visto son arcos semicirculares y no apuntados; se tardará años en que estas bóvedas tengan arcos diagonales realmente apuntados, por lo que todas estas denominaciones son incorrectas.

Vemos estupendos ejemplos, la bóveda de crucería cuatripatita con importantes arcos diagonales de sección recta sobre el atrio de la torre occidental de Moissac (Francia, hacia 1130); o la influyente construida en el nártex de la Madelaine de Vézelay. En muchos casos, la introducción de estas bóvedas se produce sobre iglesias ya iniciadas y construidas con estructuras románicas hasta los planos de imposta de las bóvedas aún por construir, de forma que para la construcción de estas bóvedas de crucería se introducen en la cabeza de los pilares articulaciones de entrega más o menos afortunadas que evolucionan con distintas situaciones (Figs. 121 y 122). Aunque en este periodo final románico y con la utilización de las nuevas bóvedas no se da aún el paso final que implican, y que supone la introducción del arbotante y la eliminación del muro[127]. Pero con la aparición de la estructura gótica y con su rápida y gran difusión, plena de prestigio; ante la posibilidad de utilizar las bóvedas de crucería gótica en edificios ya iniciados con estructuras románicas, se introducen mediante distintas articulaciones, por demás notorias, produciendo interesantes edificios que se han venido a llamar de transición[128].

7.6. LOS TIRANTES

De la misma manera que para la bóveda de medio cañón, vemos ejemplos de bóvedas de arista atirantadas con barrones de hierro. Entre otros, los tirantes de hierro descritos por Viollet le Duc en Vézelay, ya desaparecidos, para arriostrar las bóvedas de arista de su nave central, que se anclaban encima de los capiteles; en la Catedral de Parma (Fig. 83, Italia, siglo XII), donde los tirantes son barrones redondos de hierro y se dispusieron en sus tres naves; en la Catedral de Speyer (Fig. 84, Renania, Alemania, siglo XI), donde existen estribando las bóvedas de arista románicas de su nave central, también barrones de hierro aplicados en las zonas de los salmeres de los arcos fajones que definen sus tramos; finalmente citaré los existentes en la catedral de Worms (Renania, Alemania, siglos XI-XIII). La investigación ha profundizado poco en este asunto, pero parece apuntar a que los tirantes románicos eran de madera, bien que Viollet nos señala en Vézelay la existencia de barrones de hierro[129].

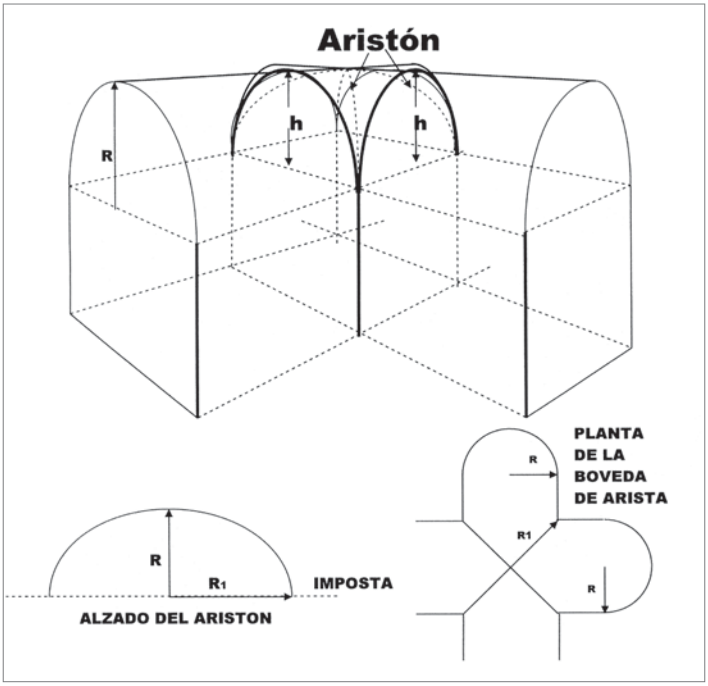
La investigación de los últimos decenios sobre estas cuestiones, con respecto a la estructura gótica, pone de manifiesto de manera progresiva que el uso de tirantes de hierro, tanto

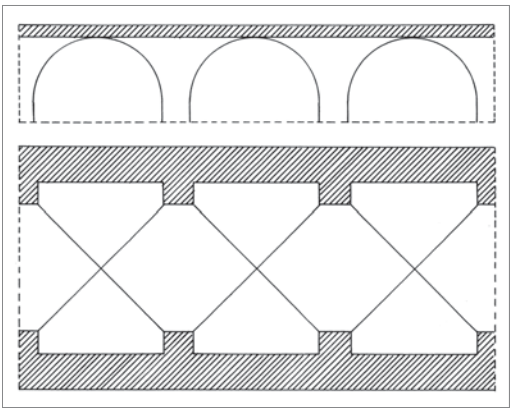
127 Es el definitivo elemento estructural de estribo de las bóvedas de crucería góticas. Un potente contrafuerte exterior incorporado a los muros exteriores de las naves laterales y un «puntal» o botarel que salva el espacio de la o las naves laterales y recoge el empuje de la bóveda alta, aplicado en el punto correcto para ello.

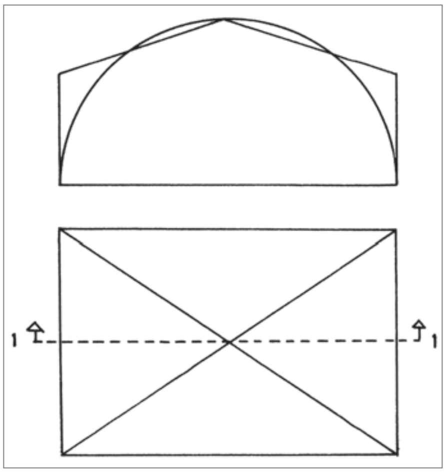
128 En España, se pueden citar las catedrales de Huesca, Lérida y Tarragona, entre lo más destacado. Fuera de España hay numerosos ejemplos, pero quiero recordar la magnífica catedral de Parma (Fig. 86, Italia), cuyos estupendos frescos y pinturas, más tardías, que llenan su ámbito, producen un glorioso espacio, verdaderamente irrepetible.

129 En Santa Sofía de Constantinopla, hoy Estambul, existen tirantes de hierro que se consideran originales, para estribar la potentes bóvedas de arista de sus tribunas. Alguno de ellos está aplicado en el punto correcto, otros siguen la pauta descrita.

de sección rectangular como barrones, se generaliza en las primeras catedrales góticas; anclados a similares elementos de hierro, y en ocasiones a vigas de madera, empotrados en los muros. Tirantes que se extienden a funciones de arriostramiento más o menos localizadas y a los anclajes de las importantes vidrieras, todos ellos embebidos en plomo. Por tanto, aunque autores prestigiosos consideren tirantes románicos los tres últimos casos citados, caben dudas razonables sobre si estos tirantes son románicos u obedecen a fases de obra o consolidaciones posteriores.







Figs. 88, 89 y 90. Arriba. GEOMETRÍA DE LA BÓVEDA DE ARISTA ROMANA SOBRE UN TRAMO CUADRADO DE PLANTA. Conformada por dos cañones de igual radio. El radio R de lo cañones, es menor que R1, mitad de la diagonal del cuadrado de planta. Por tanto una circunferencia de radio R1, elevaría su clave por encima de R. Y sólo una geometría de tipo elíptico es posible para el aristón romano. **Abajo izquierda.** BÓVEDAS DE ARISTA ROMANAS SOBRE TRAMOS CUADRADOS QUE CUBREN UN ESPACIO DE PLANTA RECTANGULAR. Planta cenital y sección longitudinal. **Abajo derecha.** BÓVEDA DE ARISTA ROMANA SOBRE TRAMO RECTANGULAR DE PLANTA. PLANTA ESQUEMÁTICA Y SECCIÓN TRANSVERSAL. Ver cómo la unión de la clave de la bóveda con la clave del arco de embocadura sobre el lado corto del tramo, sin peraltar, se sitúa por debajo de la superficie del medio cañón del lado mayor.

Dibujos: **Arriba:** Lorenzo Fernández Giró. 2007. **Abajo:** Roberto Benedicto. 2008.







Figs. 91, 92 y 93. MERCADO DE TRAJANO (Foro Imperial de Trajano, Roma, Siglo II). **Arriba.** Tramos de bóvedas de arista romanas. **Abajo izquierda**. «arbotantes» exteriores de estribado de los empujes de las bóvedas de arista de la figura anterior, reconstruidos. **Abajo derecha.** SANTA MARÍA DE LOS ÁNGELES - TERMAS DE DIOCLECIANO (Roma, siglos II-XVI). Tramos de bóvedas de arista romanas, restauradas por Miguel Ángel. Ver las ventanas en los vanos laterales, abiertos ya en época romana.

Fotos: Roberto Benedicto. 1994.



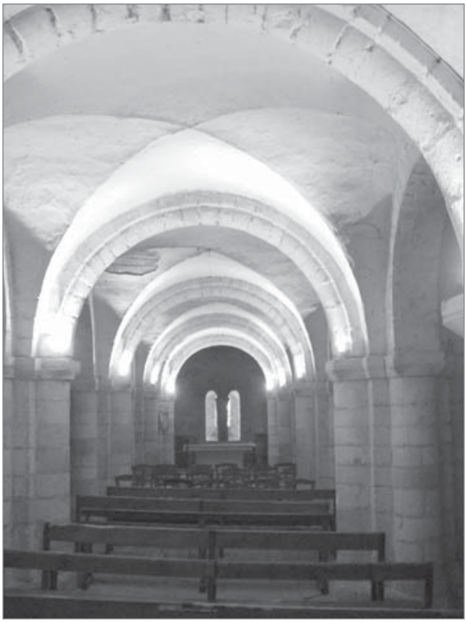


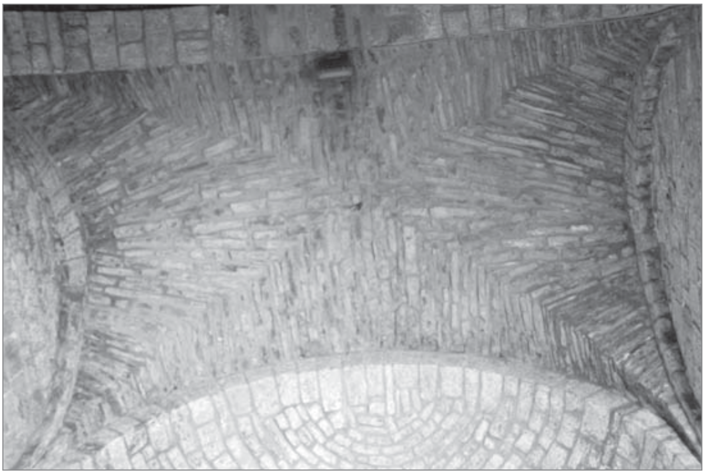


Figs. 94, 95 y 96. Arriba. BASÍLICA DE MAJENCIO-CONSTANTINO (Foro Republicano, Roma, siglo IV). Ver los sistemas de contrafuertes-arquitos aún conservados, dispuestos para estribar las potentes bóvedas de arista de argamasa y arcos de ladrillo embutido que existieron en la nave central. **Abajo izquierda.** BODEGA DEL ACTUAL MUSEO DE SAINT BENIGNE DE DIJÓN (Francia, inicios del siglo XI). Sus tres naves están cubiertas por bóvedas de arista continuas de tipología romana, sin arcos. Nave central. **Abajo derecha.** ROTONDA DE GUILLERMO DE VOLPIANO. SAINT BENIGNE DE DIJÓN (Francia, siglo XI). Sólo nos llega una pequeña parte de la gran cripta y la primera planta de las tres que tuvo la rotonda. Deambulatorio exterior. Ver cómo se cubre con tramos alternados de bóveda de medio cañón con lunetos y bóveda de arista románica de tipología romana, con arcos fajones. Estos arcos son de tipología lombarda y además empotran sus arranques en la bóveda.

Fotos: Roberto Benedicto. 1994-2012.







Figs. 97, 98 y 99. Arriba izquierda. CRIPTA DE SAN MIGUEL DE HILDESHEIM (Alemania, siglo XI). Nave central, bóvedas románicas de tipología romana sin arcos. **Arriba derecha.** CRIPTA DE LA CATEDRAL DE AUXERRE (Francia, siglos 1025-1030). Nave central hacia la cabecera. Ver los tramos de bóveda de arista románica con su clave más alta que la de los arcos que definen los tramos. Con arcos de igual altura y salmeres de arcos y bóveda independientes, sobre potentes pilares de núcleo cuadrado y semicolumnas apilastradas que ofrecen una superficie adecuada del ábaco. **Abajo.** ABACIAL DE SANTA MARÍA DE OBARRA (Huesca, primer tercio del siglo XI). Románico-lombarda. Bóveda de arista románica sobre un tramo rectangular de planta de la nave central. Ver cómo las piezas de lajas de los tramos cortos se disponen «en abanico», según lo referenciado en el texto. Y comprobar cómo las lajas de piedra se adosan o se aparejan escasamente en la entrega a los aristones de la bóveda.

Fotos: Roberto Benedicto. 2012.





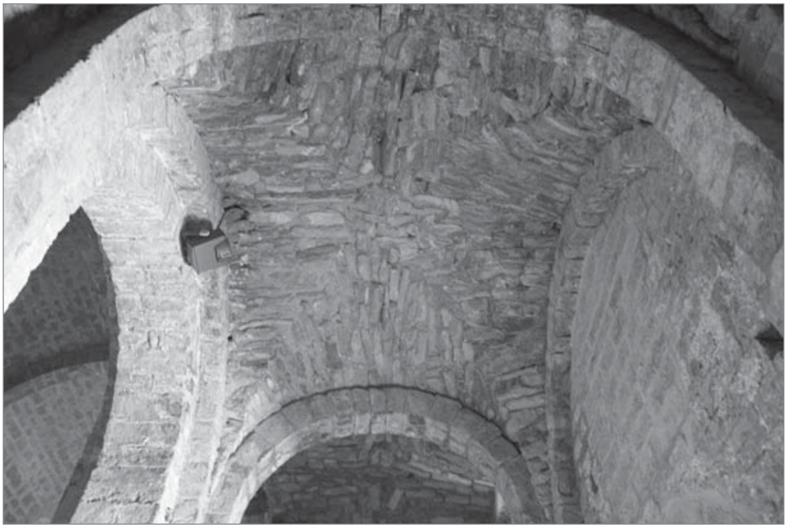


Figs. 100, 101 y 102. Arriba izquierda. CRIPTA DE LA CATEDRAL DE RODA DE ISÁBENA (Huesca, siglo XI). Ver cómo el inicio del plemento se entrega en el frente de los arcos concurrentes, y sus piezas inferiores se disponen sólo a efectos formales de continuidad del aristón. Se aprecia el mortero reciente de la última restauración. **Arriba derecha.** CRIPTA DE LA ROTONDA DE BRESCIA (Italia, siglo X-XI, lombarda). Ver cómo los arcos, que nacen de ábacos reducidos sobre estrechas columnas, son más estrechos en sus arranques que en sus zonas de clave. Ver abajo, cómo la pérdida de los revocos y el deterioro, permiten ver que los arcos concurrentes sobre un ábaco tienen salmeres compartidos. Y cómo la pérdida de las piezas del arranque del aristón permite ver con claridad lo expuesto en el texto, sin que la estabilidad del conjunto se altere. Por otra parte es notorio el retacado existente en el extradós del arco fajón frontal, que tapa el apoyo de la cimbra utilizada para la construcción de esta bóveda de arista. **Abajo.** CRIPTA DE LA CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (siglo XI). Salmeres independientes con apoyo razonable del aristón, sobre un pilar compuesto.

Fotos: Roberto Benedicto. 1995-2012-2013.

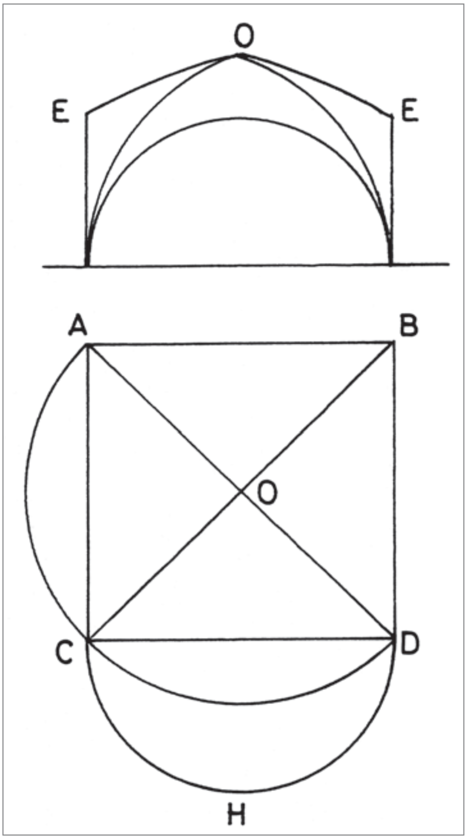






Figs. 103, 104 y 105. Arriba izquierda. CRIPTA DE LA CATEDRAL DE SPEYER (Renania, Alemania, siglo XI). Ver cómo el inicio del plemento se entrega en el frente de los arcos concurrentes, que parecen compartir sus salmeres en sus arranques. El capitel es característicamente otoniano-lombardo. **Arriba derecha.** CATEDRAL DE RODA DE ISÁBENA, Huesca, siglo XI). Bóveda de arista de un tramo de la nave lateral sur. Notar cómo las lajas del salmer son inicialmente horizontales y luego inclinadas hacia el interior. **Abajo.** ABACIAL DE NTRA. SRA. DE ALAÓN (Huesca, primer tercio del siglo XII). Notar la junta abierta sobre el extradós del arco fajón, donde se apoyó la cimbra del plemento.

Fotos: Roberto Benedicto. 2012-2010.







Figs. 106, 107 y 108. Arriba izquierda. GEOMETRÍA DE LA BÓVEDA DE ARISTA ROMÁNICA. Croquis de la planta y sección transversal de una bóveda de arista románica sobre tramo cuadrado de planta. **Arriba derecha.** SAN ISIDORO DE LEÓN (España, siglo XI). Nave lateral sur. Bóvedas de arista peraltadas sobre tramos con arcos de medio punto peraltados. **Abajo.** LA CHARITÉ SUR LOIRE. (Francia, siglos XI-XII). Nave central hacia los pies. Tramos de bóvedas de arista con sus plementos continuos, siguiendo la tradición romana. Y eso que se construyeron ya en el siglo XII.

Dibujo y fotos: Roberto Benedicto. 1995-2013.

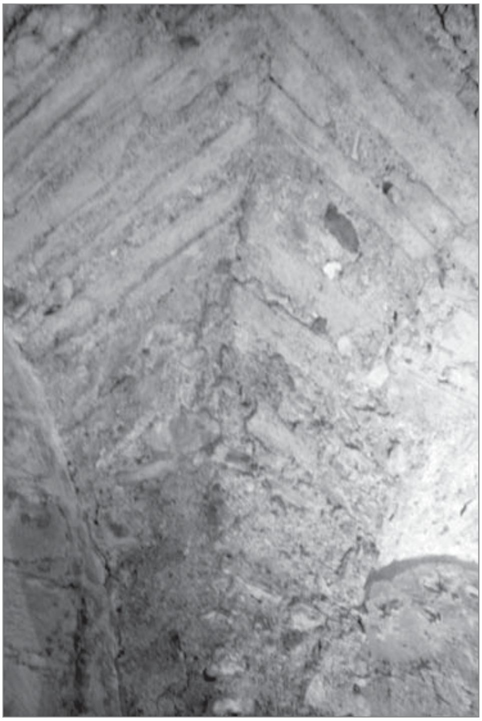


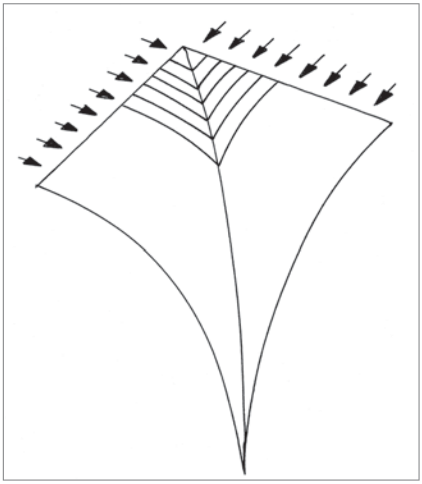


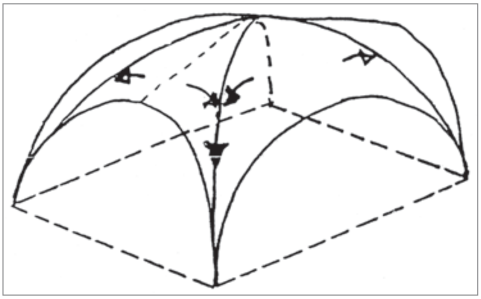
Figs. 109, 110. Arriba. SAINT HILAIRE DE POITIERS (siglos XI-XIX, Francia). Bóvedas de arista de tipología romana en su deambulatorio. Notar cómo la adaptación de estas bóvedas a la planta circular del deambulatorio ha ocasionado por la impericia de los maestros el trazado de aristones irregulares. **Abajo.** Tercer tramo de la lateral sur. Las bóvedas de arista de tipología romana se estriban en una columna central común, con adaptaciones irregulares. Este tramo es fundamentalmente original del siglo XI, ya que toda la parte de los pies de esta iglesia, cayó o fue radicalmente reconstruida siguiendo más o menos las pautas anteriores.

Dibujo y fotos: Roberto Benedicto. Agosto 2014.



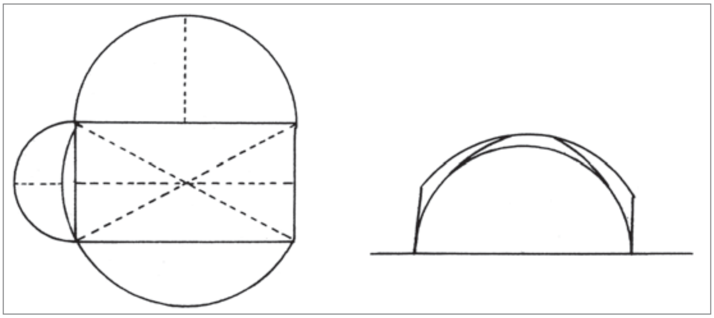


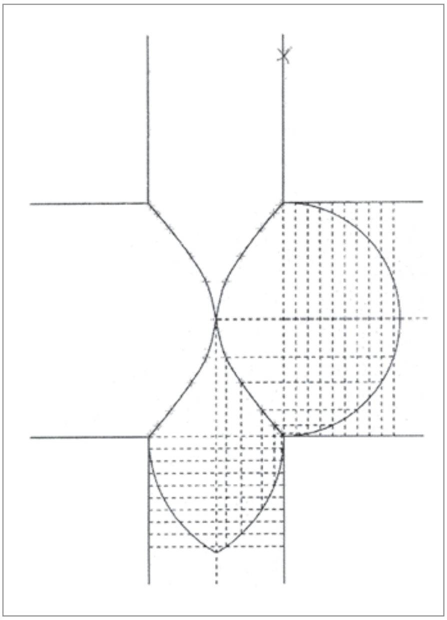




Figs. 111, 112, 113 y 114. Arriba izquierda. SAN ISIDORO DE LEÓN (España, siglo XI). Ver cómo las piezas de piedra bien labradas se tienen que adaptar en el aristón a las tres curvaturas concurrentes, con la dificultad de talla que eso implica. **Arriba derecha.** CASTILLO DE LOARRE (Huesca, siglo XI-XII). Bóveda de arista con los plementos adosados en los aristones, en un rellano de la escalera de acceso al recinto superior lombardo. **Abajo izquierda.** Esquema geométrico de la transmisión de empujes en la zona del aristón de una bóveda de arista románica. **Abajo derecha.** Croquis de la geometría de la bóveda de arista románica sobre un tramo rectangular de planta. Esquema de empujes.

Fotos y dibujos: Roberto Benedicto. 2010-2013-1998.





Figs. 115, 116 y 117. BÓVEDAS DE ARISTA. **Arriba.** Planta y sección transversal de una bóveda de arista con arcos de embocadura y aristón abatidos, los arcos de embocadura de los lados cortos están sin peraltar y se puede notar la excesiva inclinación de los plementos que recaen hacia los lados menores. La solución adoptada es peraltar esos arcos. **Centro.** Intersección y geometría de los aristones que naturalmente se tendrían que producir en una bóveda de arista sobre tramo rectangular de planta, con arcos de embocadura semicircular y apuntado. No correspondiendo los aristones a los planos de las diagonales de la planta. **Abajo.** SAINT PHILIBERT DE DIJÓN (Francia, siglo XII). Bóveda de arista del brazo norte del transepto. Ver cómo los aristones son ya claramente apuntados y los plementos presentan una clara arista en sus líneas de clave.

Dibujos: Roberto Benedicto. 2004.
Dibujo centro: J. Pérez Melón.



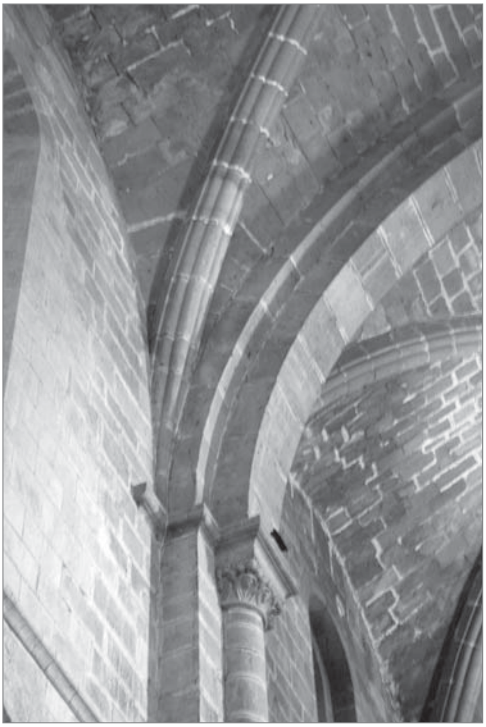


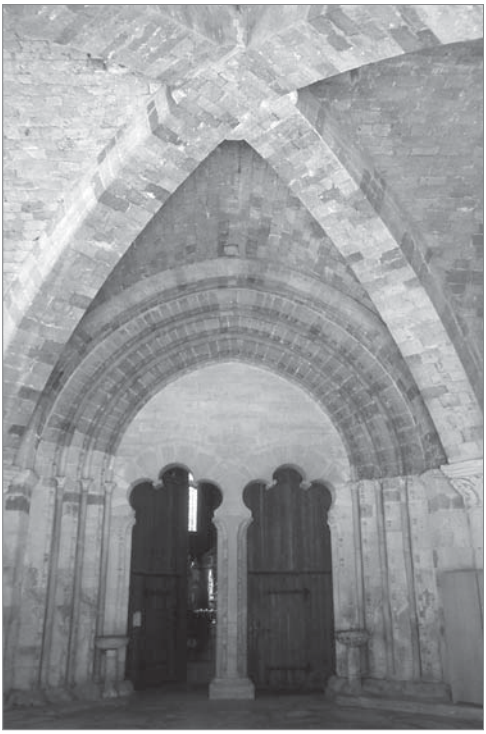




Figs. 118, 119 y 120. Arriba izquierda. CATEDRAL DE NOTRE DAME (Beaune, Francia, siglo XII). Ver una bóveda de la nave lateral sur, en la que los aristones no llagan a cruzarse en la clave, y de la bóveda de arista normal se pasa en realidad a una bóveda de medio cañón de eje transversal a las naves formando lunetos según el eje longitudinal del tramo. Observar también que los teóricos «aristones» no presentan continuidad entre ellos. Ver también otras figuras. **Arriba derecha.** ABADÍA CISTERCIENSE DE NOIRLAC (Francia, siglo XII). Sobre la estructura románica se han introducido bóvedas de crucería cuatripartita. **Abajo.** ABACIAL DE FITERO (Navarra, España siglo XII). Bóveda de crucería cuatripartita con sus arcos diagonales de sección rectangular.

Fotos: Roberto Benedicto. 2010.





Figs. 121 y 122. Arriba. ABACIAL DEL MONASTERIO DE VERUELA (Zaragoza, España, siglo XII). Ver cómo el arco diagonal incidente de la bóveda de crucería cuatripartita que cubre el correspondiente tramo, se entrega de manera irregular a la previa estructura románica. **Abajo.** MOISSAC. ATRIO TORRE OCCIDENTAL (Francia, 1130). Cúpula de crucería cuatripartita sobre arcos diagonales de sección rectangular.

Fotos: Roberto Benedicto. 2013.

CAPÍTULO 8

LA CÚPULA ROMÁNICA



Presenta en la mayor parte de los casos una geometría hemisférica, ocasionalmente expresamente deformada. También vemos cúpulas de gajos hemisféricos octogonales, y en el tramo final del periodo cúpulas de crucería. Su construcción se efectúa generalmente sobre tramos cuadrados de planta, bien que en un número menor de ocasiones se efectúa sobre tramos sensiblemente rectangulares. Su plementería está construida con fábrica de lajas, piezas bien labradas de piedra o ladrillo, todos ellos tomados con argamasa de cal. Estas piezas se disponen en anillos según los paralelos de la cúpula, de forma que su centro de curvatura y las dovelas que conforman esos anillos, se aparejan en la hilada con la misma convergencia radial hacia el centro de curvatura. Así, sus planos de juntas horizontales y verticales convergen también radialmente con ese centro común. Es por tanto una figura geométrica de revolución y el nombre de bóveda con que frecuentemente se la designa es equivocado. No es una bóveda, es una cúpula.

Una cúpula correctamente construida es el medio más estable y seguro para cubrir un espacio, sobre todo si las dimensiones del tramo de planta sobre el que se levanta son razonables, como es corriente a lo largo de todo el periodo románico, salvo algunas excepciones en que su luz, en cualquier caso, está lejos de las grandes cúpulas de la antigüedad.

A lo largo de todo el periodo románico no se construirán cúpulas de la importancia y dimensión de lo que Roma o Bizancio lograron[130]. Con ser importantes las iglesias románicas construidas con tramos de cúpulas en el centro de Francia (Figs. 123-125)[131], distan notablemente de aquella envergadura y amplitud; de algunas de ellas trato más adelante. Hay que recordar que la cultura bizantina resolvió con brillantez la construcción de sus grandes cúpulas, sin necesidad de cimbras generales salvo en pequeñas zonas localizadas[132]. Y sobre todo generalizó el uso de los imprescindibles elementos estructurales de transición entre la planta circular de la cúpula y el cuadrado del tramo de planta en que se ha de construir, mediante la interposición de pechinas y trompas, de las que trato inmediatamente, que facilitarán esa transición geométrica y oficiarán de transmisoras de las cargas que ejercen las cúpulas sobre los muros, arcos, pilares y pilastras dispuestos para su estribado.

Los sistemas de construcción de las cúpulas bizantinas eliminaban la necesidad de construir cimbras generales con sus complejos y costosos apeos, salvo en zonas muy reducidas o

---

130 Panteón de Agripa, comienzos del siglo II. Santa Sofía, siglo VI, como notables ejemplos.

131 Saint Front, muy modificada, y Saint Étienne, ambas en Périgueux; la Abacial de Fontevraud, cuyas cúpulas sobre su única nave central habían perdido sus casquetes en el XIX, siendo reconstruidos posteriormente; Saint Hilaire le Grand de Poitiers, con sus cúpulas igualmente reconstruidas o muy restauradas en el XIX; la catedral de Angoulême, que las ha conservado mejor en su estado inicial, bien que restauradas; Cahors, etc...

132 Choisy, Auguste, *El Arte de construir en Bizancio*. CEHOPU, CEDEX, Instituto Juan de Herrera, 1997, Madrid. Edición y traducción íntegra de la edición original: Auguste Choisy, *L'art de bâtir chez les bizantins*, Paris, 1883.

utilizando ligeras cimbras móviles. Se procedía para ello con hiladas que seguían los paralelos de la cúpula, aparejadas con ladrillo tomado con buen yeso y en las que estos no se disponían radialmente hacia el centro de curvatura de la cúpula, sino inclinados hacia el interior de la hilada; con lo que con ese apoyo sobre la hilada inferior se podía progresar hilada a hilada sin cimbras y con relativa rapidez. Pero en el periodo románico esas técnicas se abandonaron, aparejando la plementería de las cúpulas con dovelas de piedra en disposición radial tomadas con argamasa, dovelas que en la hilada ya no se colocaban inclinadas hacia el interior y que superada la zona del salmer de la cúpula necesitaban de cimbra, podían resbalar y caer.

8.1. LA CONSTRUCCIÓN DE LA CÚPULA, SUS CIMBRAS

En lo románico, aquellos tipos de aparejo y disposición de las dovelas de piedra o ladrillo en anillos paralelos concéntricos precisan de cimbras para su construcción. Pero un anillo o rosca totalmente terminado, podemos considerarlo dividido a efectos teóricos en dos arcos semicirculares simétricos en su geometría y «peso», que se «apoyan» uno en el otro en su plano común. La consecuencia de esto es que, completado un anillo con sus argamasas suficientemente fraguadas, si la sección de ese anillo es suficiente, es estable.

Con ello, y en algunos casos, sólo se necesitará una «cimbra localizada» para la construcción de esos anillos o paralelos de la cúpula, cimbra que una vez completados una serie de anillos y suficientemente endurecida la argamasa, se reutiliza para la zona de anillos superiores. Por tanto, para levantar estas cúpulas no se necesita una cimbra global para todo su intradós ni sus costosos sistemas de cerchas y apeos hasta el suelo. Aunque siempre sea necesaria la construcción de una plataforma de trabajo, escaleras y los correspondientes medios de elevación.

Ya en el siglo XVI, Alberti, en su de *De Re Aedificatoria*. Libro Tercero, Capítulo XIV, apartado 40, lo explicita claramente[133] «(...) Pero entre las buedas de todas, sola vna ay qes la recta spherica, q no pide cimbrias pues ella cierto no costa solamente de arcos, sino tambien de cornijas (...)». La doble curvatura de la bóveda es para Alberti la razón de que la «existencia» de arcos meridianos y anillos paralelos sea decisiva para la transmisión interna de tensiones en ella y su estabilidad. Aunque en ese mismo texto explica que las cimbras se han de mover hilada por hilada, no aclara nada sobre su artificio ni sobre ese proceso.

Esta autoestabilidad de los anillos facilita la apertura de óculos en la cúpula, eso sí, construyendo un anillo de cierre del óculo de la entidad necesaria. El caso del óculo de la cúpula

133 Alberti, León Batista, *De Re Aedificatoria o los Diez Libros de Architectura*. Traducido del latín por Francisco Lozano, 1582, 1ª Edición facsímil no venal de los Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Oviedo, 1975; Huerta, Santiago, *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*. 1ª Ed. 2004, Instituto Juan de Herrera y otros, Capítulo 6, p. 186.

del Panteón, explicita brillantemente que el funcionamiento estructural descrito, inherente al sistema cúpula-óculo, es extensivo a las fábricas de argamasa romanas y por tanto independiente del material con que se construya la cúpula. Como para la bóveda de medio cañón, una capa de compresión se tiende sobre su extradós, completándose la cúpula bien con un relleno de su seno perimetral, como veremos inmediatamente. Las dovelas de piedra bien cortada de la cúpula se dejarán, como en la bóveda de medio cañón, con sus caras internas rugosas o con protuberancias, para mejorar la adherencia con su capa de compresión y seno perimetral.

8.2. TROMPAS Y PECHINAS

A lo largo del periodo románico las cúpulas no suelen presentar óculos abiertos, serán generalmente cerradas y completas. Las cúpulas románicas se construirán generalmente sobre el tramo del crucero,[134] cubriendo los tramos de sus naves o en algún tramo o capilla. La transición entre el círculo de la planta de la cúpula y el tramo a cubrir se efectúa siguiendo los ejemplos bizantinos, con la interposición de las masas de fábrica que forman las trompas y pechinas, que reciben superiormente el casquete de la cúpula en todo su perímetro de base. De forma que estos dispositivos actúan como elementos de transmisión de las tensiones a los cuatro arcos que llamaremos torales dispuestos en las embocaduras del crucero o a muros soportados por estos, o directamente a los muros.

Las pechinas son elementos estructurales que presentan su intradós con superficies de generatriz esférica dispuestas en los cuatro ángulos del cuadrado del tramo de planta a cubrir por la cúpula, y que ofrecen conjuntamente en su plano superior un apoyo semicircular para recibir con total continuidad la plementería del casquete (Figs. 123 a 123 y 144). Están construidas con el mismo tipo de fábrica y normalmente con el mismo aparejo que la cúpula.

Estas pechinas se entregan a los cuatro arcos del crucero que llamamos torales, sobre muros elevados sobre esos arcos, o a los arcos fajones y formeros que delimitan sus tramos de planta cuando cubren naves. De forma que diferenciaremos en la cúpula total dos zonas, las pechinas y el casquete que reciben. A este respecto cabe señalar que permanece sin aclarar, como en el caso de las bóvedas de arista, si la plementería de estas pechinas se entrega sobre o frente a los arcos y muros en que se estriban. En cúpulas barrocas me he encontrado con que estas pechinas se adosan al frente de sus arcos torales, con lo que cabe plantearse estas dudas en absoluto investigadas.

El trasdós de su plementería se completa con una capa de compresión, y el espacio que se genera entre la plementería y los muros elevados sobre los arcos torales se maciza, bien con fábrica de mampostería y argamasa de cal o con fábrica aparejada en todo su espesor.

134 Tramo de intersección de la nave central con el transepto.

De forma que las cuatro pechinas así finalizadas presentan un plano superior horizontal, conformado por un cuadrado macizo que presenta en su centro el hueco circular correspondiente al intradós de su casquete, sobre el que se apoya su plementería. Las cuatro pechinas se constituyen así en un perfecto elemento estructural de transición entre la planta semicircular del casquete y el tramo cuadrado de planta sobre el que se construye.

Dos situaciones distintas puede presentar la geometría del casquete y sus pechinas. La más usual tiene distintos radios de curvatura para pechinas y casquete, de forma que ambos pertenecen a superficies esféricas distintas, de distintos radios y centros de curvatura. En el plano donde esta curvatura cambia, que coincide con el plano de contacto entre pechinas y casquete, se produce una arista de intersección en la que se dispone una cornisa moldurada que articula ese paso. Esta disposición de una cornisa aconseja peraltar el casquete, para que su aspecto no produzca un efecto visual excesivamente rebajado del mismo. Ejemplo de esto son las cúpulas de distinto radio en casquete y pechinas con cornisa de articulación, que nos llegan en Saint Front de Perigueux (Fig. 121, Francia, siglo XII), que presentan pequeñas ventanas abiertas en la parte baja del casquete.

Es evidente que si el casquete es semiesférico, el empuje que produce es de dirección más conveniente para los estribos que si es un casquete rebajado (no completamente hemisférico, con sus tangentes de entrega no verticales sino más o menos inclinadas según lo rebajado que sea), ya que este último originará un empuje más inclinado en función de su geometría, de la misma manera que sucede con los arcos. Es destacable en este grupo, un pequeño conjunto de iglesias cubiertas por cúpulas sucesivas exentas sobre trompas, fuertemente peraltadas, que se conserva en Palermo (Sicilia); San Giovanni degli Eremite, La Martorana y San Cataldo (Fig. 126), algunas con estupendos mosaicos y pinturas de indudable influencia bizantina.

La segunda situación se corresponde con casquete y pechinas con el mismo radio de curvatura, en este caso ambos pertenecen a una misma superficie esférica y la continuidad de su superficie se manifiesta en su intradós con continuidad del mismo; aunque la exigencia de articulación del espacio disponga igualmente una cornisa en sus planos de contacto. Buenos ejemplos de esta situación son la catedral de Angoulême (Fig. 125, Francia, siglos XI-XII) y la abadía de Fontevraud (Fig. 124, Francia, siglo XI-XII). Ambas presentan notables cúpulas de casquetes y pechinas con el mismo radio y con cornisa de articulación entre ambos dispositivos; de forma que, pese a existir contrafuertes exteriores correspondientes a los arcos fajones que delimitan sus tramos, potentes y articuladas pilastras se disponen interiormente para su estribo y articulación del espacio interior, bien que los casquetes de las de Fontevraud ya no existían en el siglo XIX y fueron totalmente reconstruidos.

Las trompas conforman en su plano superior, por medio de diversas disposiciones constructivas y geométricas, superficies de planta triangular horizontal dispuestas en los cuatro ángulos del tramo a cubrir, que transforman el cuadrado de planta en un octógono (Figs. 127, 128). De forma que los frentes o lados mayores de esas bases triangulares serán tangentes al intradós de la plementería del casquete que han de soportar, disponiéndose una

análoga capa de compresión y rellenándose igualmente el espacio entre el trasdós de la plementería de las trompas y los muros con obra de fábrica, nivelada hasta los planos superiores mencionados y configurando un plano superior macizo con un hueco octogonal.

Es evidente que el sistema así formado por las cuatro trompas no recoge en su totalidad la base semicircular del casquete. En los ángulos interiores del octógono obtenido, la circunferencia de su base queda sin apoyo. Estas pequeñas zonas deben completarse con ocho sencillas y pequeñas pechinas, de poca entidad, que completan el sistema y ofrecen la base continua deseable para recibir ese casquete (Fig. 128). Una cornisa puede o no disponerse en el plano de unión entre trompas y casquete.

Una solución para evitar este doble sistema de trompas y pequeñas pechinas, es la de construir el casquete de la cúpula con ocho gajos hemisféricos que nacen y se apoyan en cada lado del octógono de planta que conforman las trompas, gajos que naturalmente convergen en la clave de la bóveda, con lo que el apoyo de ese casquete octogonal es perfecto y no es preciso construir las pequeñas pechinas de transición (Fig. 131).

En el casquete de la cúpula y en sus zonas de arranque inicial, al igual que en el caso de las bóvedas, las dovelas se sostienen sin cimbra en una corta altura, correspondiente a los salmeres de la cúpula, que tienen las mismas propiedades. Todas estas soluciones estructurales, permiten que en los tímpanos situados bajo los arcos formeros de los tramos de naves cubiertos por cúpulas, puedan abrirse ventanas de relativa dimensión. (Figs. 124, 125 y 127).

Las trompas y pechinas utilizadas, si el tramo a cubrir es relativamente grande, pueden implicar un vuelo importante de las mismas y una dificultad añadida para su estabilidad. Para evitar esto y en no pocos casos, el constructor románico transforma el círculo de planta del casquete y por tanto el que tienen que proporcionar los sistemas de trompas y pechinas en su plano de coronación, en un círculo achaflanado. De forma que los cuatro puntos de contacto que el círculo mencionado, en un trazado geométrico perfecto, tendría, con los muros de la planta cuadrada del crucero, se transforman en cuatro cortos lados rectos dispuestos en los apoyos del casquete en los muros existentes entre pechinas (Fig. 132) o trompas (Fig. 131). Este recurso reduce el vuelo de estas y además consigue una mayor zona de apoyo sobre los muros para la plementería del casquete. Con lo que la cúpula es más segura y sobre todo la estabilidad de trompas y pechinas mejora de manera importante. Esta ingeniosa y voluntaria deformación pasa desapercibida en una mirada rápida y hay que fijarse atentamente para comprobar su existencia, que en algunos casos es muy notoria.

8.3. EMPUJES Y TENSIONES EN LA CÚPULA, SU ESTRIBADO

Las tensiones a que está sometida la plementería de un casquete, son de compresión en su zona media superior, de forma que aproximadamente hasta unos 40° desde su plano de

imposta aparecen tensiones de tracción según sus paralelos. Es esta la razón por la que las grietas en estos elementos estructurales, que suelen presentarse en su parte inferior, siguen planos meridianos perpendiculares a las tensiones de tracción existentes. Estas grietas se abren en la zona de plementería del casquete sometido a estas tracciones, y por tanto, no ascienden hasta la zona de la clave de la cúpula si la cúpula está cerrada en la zona superior, en la que las tensiones son de compresión, que son mejor soportadas por la plementería. En el caso de que existan óculos las tensiones de la plementería son de tracción en toda su masa y las grietas se pueden elevar hasta ellos.

Para comprender el tipo de acciones que ejerce un casquete podemos interpretar una vez más, que éste se compone de infinitos «arcos meridianos» convergentes en su clave. De este modo cada uno de estos «arcos» produciría un empuje tal y como se ha descrito para los arcos, implicando tensiones difusas sobre las fábricas de sus estribos, pero que podemos resumir en un empuje total continuo y perimetral, aplicado como en los arcos, aproximadamente hacia la mitad de la altura del casquete.

Este tipo de funcionamiento estructural exige la construcción de elementos de contención de esos empujes y controlar las tracciones de tracción existentes en la parte inferior de la plementería. En el caso de cúpulas sobre un crucero, una de las soluciones al primer problema enunciado es que los muros existentes sobre los arcos torales se eleven exteriormente sobre el plano de imposta del casquete, conformando un volumen construido exterior o cimborrio (Fig. 133), para que entre esos muros y el extradós inferior de la plementería del casquete se construya el correspondiente seno hasta la altura adecuada para que su masa recoja los empujes de la cúpula y los pueda transmitir a sus muros de estribo. Se logra así un aumento de las secciones del casquete, que estriba y difunde convenientemente esas tracciones y empujes precisamente en las zonas en que es imprescindible. La sobreelevacion de los muros laterales para recoger las cubiertas permite fácilmente construir estos senos.

Normalmente sobre los muros mencionados existen cubiertas sobre armaduras de madera; de pabellón a cuatro o más aguas sobre el crucero, o las dispuestas sobre la nave. En estos casos el peso de las cubiertas y el de la parte de muros existentes por encima del plano superior de los senos de la cúpula, colaboran a la estabilidad del conjunto, combinándose con el empuje perimetral y produciendo un empuje reconducido mucho más cercano a la vertical y más conveniente para su estribado (Fig. 134). En momentos de mayor desarrollo se elevará el plano de imposta de la cúpula sobre los arcos torales del crucero, para construir cimborrios más o menos complejos, en los que se abrirán ventanas que iluminen el interior de la iglesia en este punto tan singular de la misma (Figs. 130, 135, 137); en ocasiones verdaderamente espectaculares y hermosos (Fig. 144).

Una vez construida la plementeria de la cúpula, sea sobre trompas, pechinas o sobre ingeniosas combinaciones de ambas, si no se elevan los muros sobre su plano de imposta para contener el relleno de senos y sostener las cubiertas configurándose un cimborrio tal y como se ha explicado anteriormente, el volumen hemisférico de la cúpula emerge. La construcción de

adecuados anillos exteriores de fábrica, en algunos casos con contrafuertes exteriores, es una de las soluciones adoptadas (Fig. 137). Otra es reforzar esta zona de la cúpula con anillos de barrones de hierro forjado, que actúan en contrarresto tanto del empuje como de las tracciones, bien que este tipo de solución sólo se ha comprobado en fechas ya tardías (Fig. 138).

8.4. CÚPULAS CON ARCOS MERIDIANOS Y DE CRUCERÍA, DE GAJOS, CÓNICAS

Es ya a finales del siglo XI y a principio del XII, cuando se construyen cúpulas hemisféricas continuas o con gajos octogonales, con arcos meridianos adosados a su intradós en combinaciones diversas, que se han vinculado sin suficiente fundamento, salvo en algún caso, con influencias musulmanas. Como las existentes en Torres del Río (Fig. 140, Navarra, España, siglo XII); Eunate (Navarra, España, siglo XII); en ocasiones sobre trompas como en el crucero de la catedral de Jaca (España, siglo XI); en el de la abacial de Armenteira (Pontevedra, España, siglo XI-XII) o conformando gajos octogonales como en el último piso de la torre de Aínsa (Fig. 139, Huesca, España, siglo XII), o en San Millán (Fig. 141, Segovia, España, siglo XII), entre otros ejemplos.

No conocemos suficientemente la relación constructiva entre la plementería de estas cúpulas, que parece ser continua, y estos arcos meridianos adosados a su intradós. Parecen adoptar una similar función a los arcos fajones de las bóvedas de medio cañón y pueden no ser estrictamente indispensables para la estabilidad de la cúpula si su plementería es continua sobre su extradós y no se ve interrumpida por ellos. En cualquier caso estos arcos colaboran a la estabilidad, y parece que su introducción tendría más que ver con un propósito de articulación y cualificación de ese espacio. Estos arcos se construyeron muy pronto en las torres del transepto de Saint Martín de Tours hacia 1050, ya desaparecidos[135].

En Saint Hilaire de Poitiers (Fig. 136, Francia, siglos XI-XIX) vemos su estupenda cúpula sobre el crucero con arcos meridianos en las esquinas de los plementos octogonales, que se conserva bien en su estado original restaurado; las correspondientes a los tres tramos de su nave central son iguales pero se reconstruyeron en el siglo XIX, como casi toda la parte de los pies de esta iglesia. También la vemos sin arcos meridianos y con gajos de base octogonal desiguales en Saint Philibert de Dijón (Fig. 131, Francia, siglo XII).

No obstante, y en esos mismos años, vemos casquetes con plementos independientes en forma de gajos ahusados, apoyados en estos arcos y configurando cúpulas de crucería. Como en la magnífica cúpula del piso alto de Moissac (Fig. 294, Francia, hacia 1130); en España tenemos casos notables con cimborrios abiertos por ventanas, con ejemplos verdaderamente airosos que son un gozo. Como son los casos de las catedrales de Zamora y Salamanca (Fig. 144), en los que las cúpulas están formadas por gajos gallonados sobre arcos

135 Además de los ejemplos propuestos en las figuras, son notables los casos de Torres del Río (Logroño, España) y Eunate (Navarra, España), o la Vera Cruz (Segovia, España).

meridianos en función ya de arcos diagonales; o el de la colegiata de Toro, en el que la plementería es continua y hemisférica sobre arcos similares; o más tardíamente en la catedral de Worms (Renania, Alemania, 1170-1181 para el cuerpo occidental), que fue totalmente reconstruido con las mismas piezas de sillería en los años 1901-1906, ante la que se pensó era una irrecuperable ruina generalizada de toda esta parte de la iglesia. Pero la más ambiciosa y antigua de este tipo es la espléndida cúpula central sobre arcos meridianos con plementos ahusados construidos por hojas de ladrillo en Santa Sofía de Constantinopla (Estambul, Turquía, siglo VI).

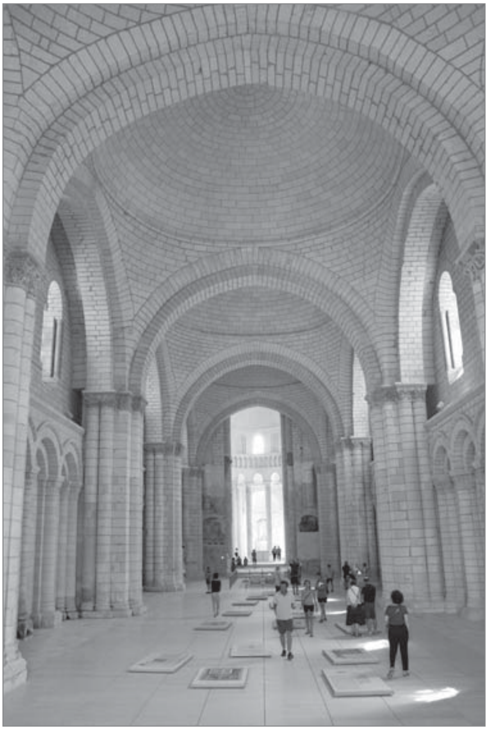
Casos singulares de casquetes piramidales y octogonales sobre trompas son los de las chimeneas de las cocinas de no pocos monasterios y de similares lugares en conjuntos canonicales. Un caso excepcional y estupendo es el del pequeño pero hermoso edificio de la cocina del monasterio de Fontevraud (Figs. 142 y 143), cuya función aún es objeto de discusión; ya que no se han encontrado restos de hollín en sus paramentos interiores y las ventanas que se abren en los absidiolos de su planta no son concordantes con esta función. Además todo este singular edificio ha sido objeto de reconstrucciones que alcanzan a todas las chimeneas perimetrales y a buena parte de la central.

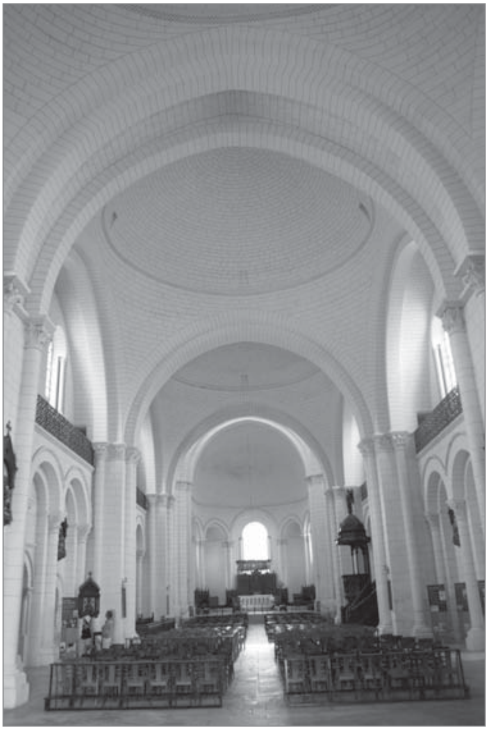
Otro caso singular de cúpula es la que se construyó sobre el baptisterio del conjunto catedralicio de Pisa. Es una cúpula cónica que se abre hacia su espacio central, y que hoy está cerrada superiormente por un pequeño casquete. Posteriormente se rodeó en su base con otra cúpula.

Figs. 123, 124 y 125. CÚPULAS ROMÁNICAS SOBRE PECHINAS. **Arriba.** SAINT FRONT DE PÉRIGUEUX (Francia, siglo XII). La iglesia presenta tramos cubiertos con cúpulas sobre pechinas, con distinto radio del casquete y pechinas. Vista de la nave principal. **Abajo izquierda.** ABACIAL DE FONTEVRAUD (Francia, siglos XI-XII). Vista de su única nave hacia la cabecera. Los casquetes fueron reconstruidos totalmente en el siglo XIX. Las cúpulas son de casquete y pechinas del mismo radio, como evidencia la continuidad de su intradós. **Abajo derecha.** CATEDRAL DE ANGOULÊME (Francia, siglo XII).

Fotos: Roberto Benedicto. Agosto, 2007-2014.





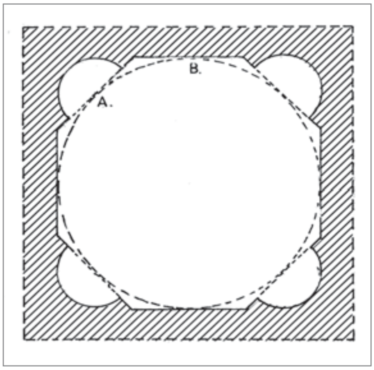


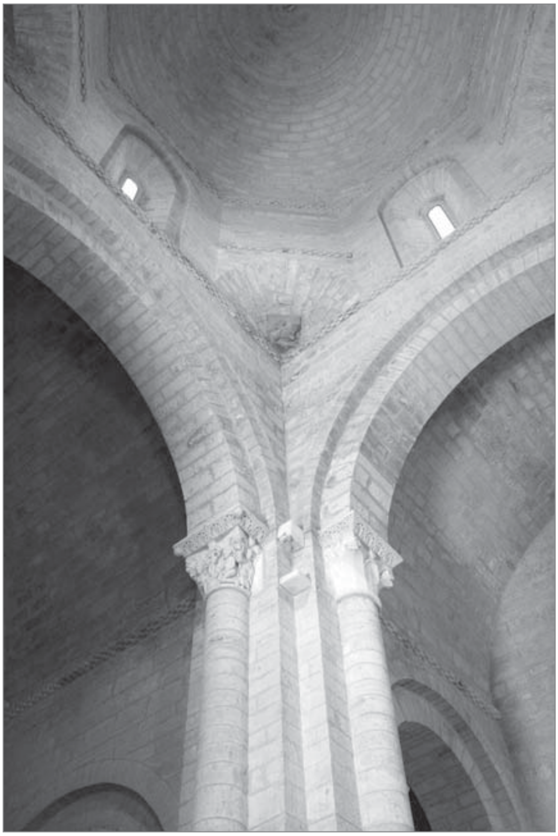




Figs. 126 y 127. Arriba. SAN CATALDO (Palermo, Sicilia, siglo XII). Cúpulas fuertemente peraltadas y exentas. **Abajo.** IGLESIA DE SAN PEDRO EN EL CASTILLO DE LOARRE (Huesca, siglo XI). Cúpula con casquete sobre un sistema compuesto de trompas.

Fotos: Roberto Benedicto. 2009-2010.



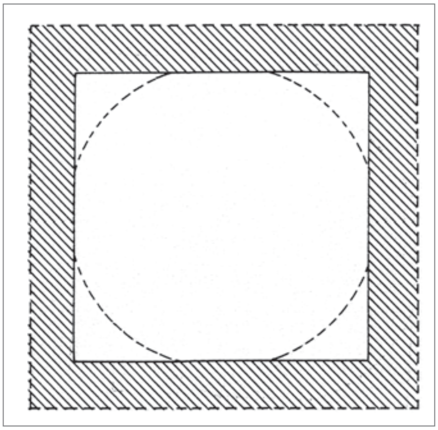


Figs. 128, 129 y 130. Arriba izquierda. Croquis con la planta cenital de un sistema de trompas sobre tramo cuadrado de planta, con representación del plano de imposta del intradós del casquete, que pone en evidencia que la plementería no tiene un apoyo total. Ver las zonas donde son necesarias las pequeñas pechinas para completar la transición de la planta cuadrada a la semicircular del casquete. SAN MARTÍN DE FRÓMISTA (España, siglo XI). **Arriba derecha.** Trompa noroeste de la cúpula sobre el crucero. **Abajo.** Vista cenital de la cúpula hacia el norte. Ver que el casquete hemisférico se eleva sobre el tambor de un cimborrio que alberga las trompas.

Dibujo y Fotos: Roberto Benedicto. 2002-2013.



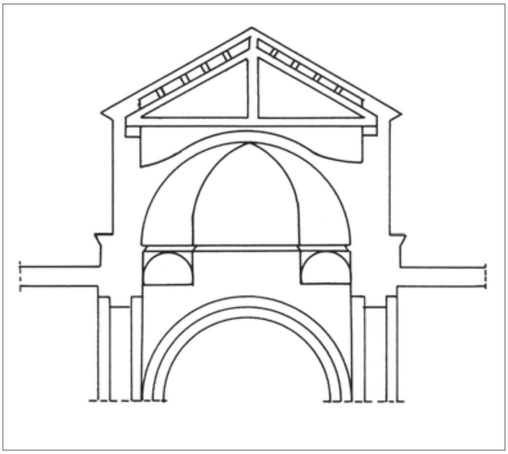




Figs. 131, 132 y 133. Arriba izquierda. SAINT PHILIBERT DE DIJÓN (Francia, siglo XI-XII). Cúpula de gajos sobre trompas, correspondiente a una planta sensiblemente rectangular. Ver la desigualdad de los gajos en función de los lados de la planta **Arriba derecha**. Croquis con el plano de base del casquete deformado. **Abajo.** SAN MARTÍN DE FRÓMISTA (España, siglo XI). Ver el notable cimborrio.

Dibujo y fotos: Roberto Benedicto. 2002-2013.

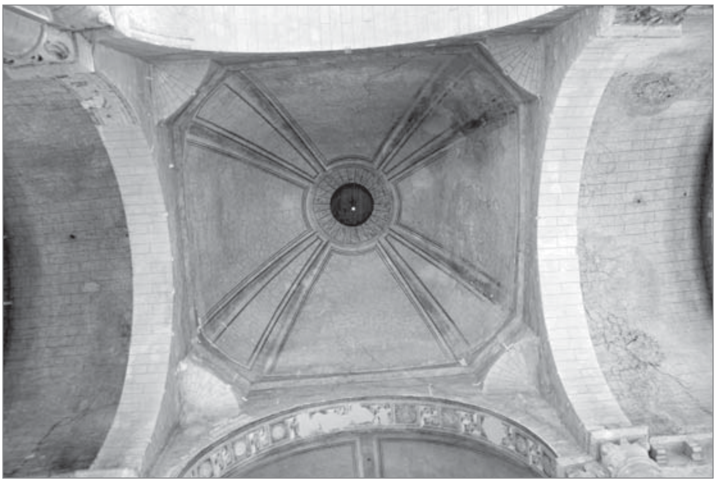




Figs. 134, 135 y 136. Arriba. Croquis dibujado sobre la solución de la cúpula sobre el crucero en Saint Eutrope de Saintes (Francia, 1081/1096). Ver cómo la cúpula octogonal de gajos sobre trompas presenta su relleno de senos y el sistema de cubierta de pabellón sobre armaduras de madera, que se apoya en los muros elevados sobre los arcos torales del crucero. Y como el peso de las cubiertas sobre los muros del pequeño cimborrio incide en la zona de aplicación del empuje perimetral del casquete reconduciéndolo. **Centro.** CATEDRAL DE SPEYER (Renania, Alemania, siglo XI). Cúpula sobre trompas con un cimborrio en el que se articulan ventanas cegadas y casquete con pequeñas ventanas en su imposta. **Abajo.** SAINT HILAIRE DE POITIERS (Francia, siglos XI-XIX). Ver la desigualdad de los gajos.

Dibujo y fotos: Roberto Benedicto. 2002-2013-2014.





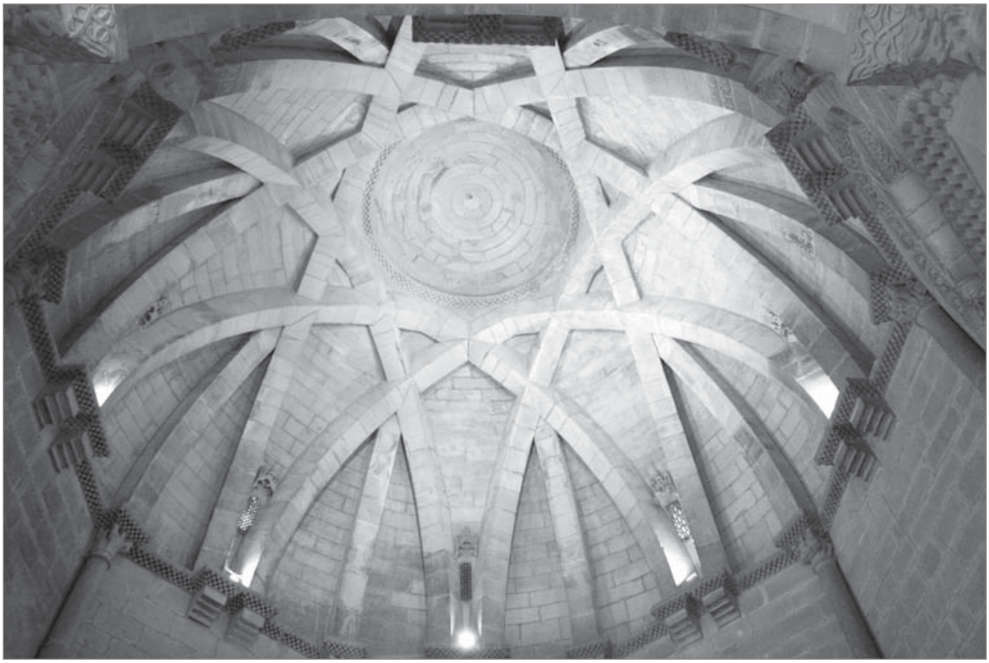






Figs. 137, 138 y 139. Arriba. CATEDRAL DE ANGOULÊME (Francia, siglos XI-XII). Notable cúpula sobre cimborrio con amplias ventanas. Ver en la base del casquete un murete de sillería con contrafuertes. **Abajo izquierda.** SAINT FRONT DE PERIGUEUX (Francia, siglos XI-XIX). Ver el anillo de fábrica que se eleva hasta la mitad del casquete para estribar mejor sus empujes y tracciones. **Abajo derecha.** TORRE DE SANTA MARÍA DE AÍNSA (Huesca, siglo XII). Cúpula de gajos octogonales sobre trompas. Ver los arcos adosados en el centro del intradós de los gajos octogonales.

Fotos: Roberto Benedicto. 2014-2008-2012.







Figs. 140, 141 y 142. Arriba. TORRES DEL RÍO (Navarra, España, siglo XII). Ver la magnífica labor de estereotomía en las intersecciones de los arcos de esta gloriosa cúpula perfecta y directamente adaptada a su octógono de planta. **Abajo izquierda.** SAN MILLÁN (Segovia, siglo XII). Cúpula de gajos sobre trompas y arcos meridianos adosados a su intradós. **Abajo derecha.** MONASTERIO DE FONTEVRAUD (Francia, siglos XI-XII). Cocina, vista desde el este.

Fotos: Roberto Benedicto. 2010-2014.



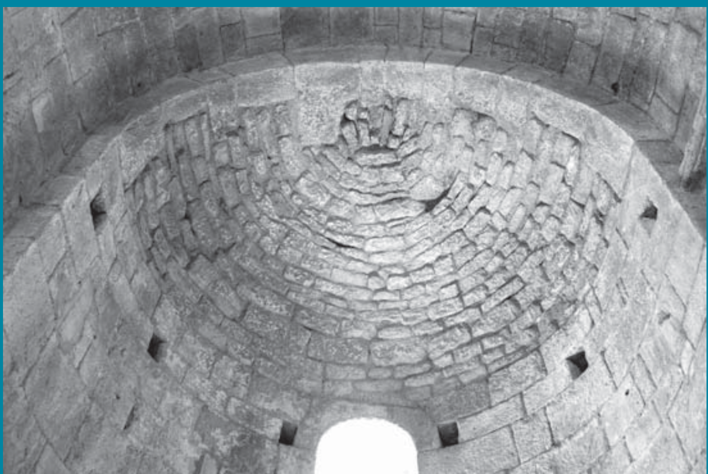


Figs. 143 y 144. Arriba. MONASTERIO DE FONTEVRAUD (Francia, siglos XI-XII). Vista de la chimenea central, formada por ocho gajos rectos sobre trompas en la que a su vez se abren otras cuatro chimeneas. Ver las que se abren tras los arcos torales**. Abajo.** CATEDRAL DE SALAMANCA (España, siglo XII). Cúpula de casquete ya gótico, con gajos sobre arcos meridianos y sobre un tambor románico con un magnífico clerestorio doble y pechinas de transición.

Fotos: Roberto Benedicto. 2014-2007.

CAPÍTULO 9

EL ÁBSIDE Y SU SEMICÚPULA ROMÁNICA



9.1. SU GEOMETRÍA Y DEFINICIÓN. EL CORO ATROFIADO. LOS VANOS ABIERTOS EN SU PARAMENTO

En el periodo románico la semicúpula es el elemento estructural fundamentalmente utilizado para cubrir los ábsides, tanto el mayor como sus colaterales o los existentes en criptas, deambulatorios, transeptos y otros lugares. Su geometría se corresponde con un cuarto de esfera. Cuestión que hace necesario entenderla y definirla como una semicúpula; de forma que su construcción, el aparejo de las piezas que la conforman y su respuesta estructural son las de una cúpula. Abandonando el usual y absolutamente equivocado nombre de bóveda con el que no se corresponde ni formalmente, ni por su aparejo, ni por su artificio estructural; su utilización cuenta ya con una contrastada tradición en Roma, Bizancio y en la posterior arquitectura Paleocristiana.

En lo románico se construye sobre muros que conforman plantas semicirculares sobre los que apoya en todo su perímetro. En algunos casos que nos llegan de muy primera hora la planta de los muros del ábside es de herradura más o menos pronunciada, con lo que esta bóveda se ha de adaptar a esa planta. Frecuentemente la planta semicircular del ábside está peraltada, reflejándose ese peralte en la semicúpula, que se prolonga en la zona de ese peralte con un tramo recto de bóveda de medio cañón, más o menos largo en función de la longitud del peralte.

No hay que confundir esto último con que el ábside, en no pocas ocasiones, está precedido por un corto tramo cubierto por una bóveda de medio cañón de radio solo algo mayor, que conforma un corto espacio que llamamos coro atrofiado (Figs. 145-147). Este coro atrofiado que se ensancha algo más que la embocadura del ábside, introduce una articulación del espacio interior de la nave, en degradación entre su bóveda y el ábside.

En algunas iglesias de primera hora, los muros del ábside y del coro atrofiado presentan pequeños huecos en sus paramentos interiores, que llamamos credencias y en los que a falta de sacristía, se guardaban los más imprescindibles objetos para el culto.

En los muros del ábside se abren vanos de iluminación, al menos uno situado en su eje, dos simétricamente dispuestos, los tres canónicos, o más raramente un número mayor de vanos simétricamente dispuestos (Fig. 147). Estos vanos se abren con prudencia en los primeros momentos, conformando ventanas de único o doble derrame que se cubren con bovedillas cónicas capialzadas. Muy pronto, su vano se irá ensanchando algo más y la ventana se articulará con pequeños arquitos en degradación que los cubren, tanto hacia el interior como hacia el exterior, y que se entregarán a columnillas con basas y capiteles dispuestas en los correspondientes retranqueos de sus jambas (Figs. 46, 133, 145, 148, 154). Una progresiva articulación que enriquece la arquitectura de esas ventanas.

El espacio albergado por el ábside principal, al que se puede sumar el coro atrofiado y en algunos casos desarrollados los tramos de la nave principal adyacentes, se configuran como el presbiterio de la iglesia. El lugar de mayor honor donde se dispone el altar mayor.

El ábside principal es el lugar hacia el que se focaliza el espacio interior de la iglesia. En un lugar como éste, del máximo honor, la luz filtrada y cambiante que a lo largo del día penetra por las ventanas, ilumina y cualifica el espacio (Fig. 148), resaltando una frecuente y variada articulación de sus paramentos interiores realizada con cornisas, nichos, arquerías ciegas y otros motivos, que con las ventanas acompaña y enriquece el conjunto (Figs. 145, 146 y 148). De forma que sobre el intradós de los muros y la semicúpula del ábside, como en el coro atrofiado, se realizaron gloriosas pinturas al fresco.

9.2. LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEMICÚPULA. TENSIONES Y EMPUJES

Aunque existen aparejos irregulares de lajas embebidas en abundante argamasa, es normal el cuidado de la disposición del aparejo de la semicúpula, que visto en su intradós ofrece una típica disposición de cuidadas hiladas concéntricas y paralelas que convergen así en la zona de la clave (Figs. 149 y 151), prolongándose sus hiladas en la zona de su peralte si éste existe. Es esta una consecuencia directa de la geometría correspondiente a una semicúpula, ya que este aparejo de hiladas concéntricas es el que se utiliza para la construcción de cúpulas. No es infrecuente la utilización de piezas más ligeras de piedra toba para la construcción de la zona superior de estas semicúpulas, aligerando algo más su peso.

Quiero resaltar aquí que este tipo de aparejo ya se utilizaba en fechas muy anteriores al románico. Lo podemos ver nítidamente en la semicúpula del ábside de la iglesia hispano-visigoda de Santa María de Melque (Fig. 150, Toledo, España). Hay un mayoritario acuerdo en datar esta iglesia en los años de transición entre los siglos VII y VIII, aunque algún sector de la investigación la sitúa en el siglo XI.

Todo lo expuesto anteriormente para la construcción de la cúpula es extensible a la semicúpula, que podemos considerar formada por infinitos arcos meridianos convergentes en su clave. Por tanto —y como se ha estudiado— aparecen tensiones de tracción en su mitad inferior y de compresión en la superior. De forma que los infinitos arcos generan un empuje perimetral a media altura, cuyos efectos se suman a las tensiones descritas. Para estabilizar, recoger y transmitir los empujes y tensiones se construye un seno perimetral, entre el trasdós de la semicúpula y una elevación adecuada del muro perimetral del ábside que estriba la semicúpula.

9.3. CRIPTAS Y ÁBSIDES SECUNDARIOS

Cuando se construye la cabecera de la iglesia sobre una ladera, caso bastante frecuente, la necesidad de mantener los niveles adecuados del pavimento entre naves y ábside, en los

casos más simples, implica la necesidad de que la parte inferior de los muros del o de los ábsides, se eleven para salvar este desnivel, o se dispongan en función de muros de contención de las tierras de la ladera, reforzados en estas funciones por los pesos de las fábricas superiores que contribuyen a estabilizarlos. Pero en no pocos casos, ese espacio se aprovecha para disponer una cripta, que se corresponde en planta con la del o los ábsides superiores. De las criptas trataré más adelante.

Tanto existan criptas o no, en los casos en que los ábsides se disponen sobre laderas la altura de sus muros puede ser importante, y es preciso fortalecerlos ante su posible excesiva esbeltez. El constructor románico dispone entonces contrafuertes exteriores aparejados al muro. Contrafuertes que tienen notable altura y se disponen en ocasiones en degradación escalonada, incorporando o no, una articulación de columnillas semiempotradas, con basas, capiteles y decoración esculpida. Extendiéndose o no estos contrafuertes y esa articulación a los ábsides laterales (Fig. 152).

Por otra parte, podemos ver ábsides secundarios que comparten sus muros o no, en diversas situaciones y disposiciones; abiertos al deambulatorio y/o a los brazos del transepto (Fig. 157); conformando cabeceras de hasta siete ábsides (Fig. 158); y en disposición agrupada alrededor del presbiterio o «crucero» común que configuran cabeceras trilobuladas (Fig.155).

En algunas ocasiones, los ábsides secundarios son de planta cuadrada o rectangular, y los llamamos «rectos» porque su muro de cabecera lo es; estos ábsides no pueden cubrirse evidentemente con semicúpulas, lo hacen con bóvedas de medio cañón o cañón apuntado (Fig. 235) y algunos de ellos con iniciales bóvedas de crucería cuatripartita, como en los absidiolos de la catedral de Santo Domingo de la Calzada (Fig. 153, La Rioja, España, siglo XII). También en las fechas finales vemos ábsides cubiertos con semicúpulas que presentan arcos meridianos adosados a su intradós, como en la iglesia abacial del monasterio de La Oliva (Fig. 154, Navarra, España, siglo XII), con arcos meridianos de sección recta que se apilastran hasta el suelo, y convergen en la clave de la semicúpula con limpias entregas a su arco de embocadura; San Juan de Rabanera (Soria, España, siglo XII), San Juan de Ortega (La Rioja, España, siglo XII), o en el de la abacial cisterciense de Moreruela (Palencia, España, siglo XII); en los que la plementería del ábside es hemisférica y continua sobre los arcos. Y aunque no es frecuente nos llegan iglesias con ábsides en sus dos extremos oriental y occidental, como en San Pietro in Grado (Pisa, Italia, siglo X-XII para el ábside occidental), San Pedro de Burgal (España, siglo XI); o más tardíamente en la catedral de Worms (Renania, Alemania, 1170-1181 para el ábside occidental), que como he dicho anteriormente fue totalmente reconstruido.

También he podido constatar la presencia de anforillas de cerámica destinadas a corregir la reverberación de la voz del celebrante, en el intradós de la semicúpula del ábside de San Fructuoso de Barós[136] (Huesca, España, siglo XII, Fig. 151). A este respecto, señalaré que el uso de estas anforillas o vasos acústicos, está constatado con cierta profusión en la Edad

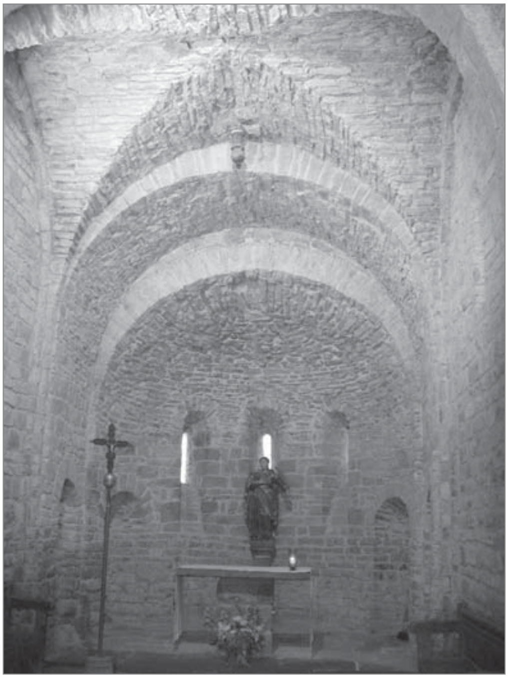
136 Muestro en la figura 151, que se acompaña, las que hasta hace poco tiempo existían en San Fructuoso de Barós (Huesca, España, siglo XII), que fueron eliminadas recientemente de forma imprudente y absurda. ¿Para qué?

Media; el caso más antiguo en el siglo X[137]. Son cantarillos de uso corriente, que se empotran con su boca enrasada con el paramento, tanto en bóvedas como en la parte alta de muros y en los ábsides. Tenían la misión de corregir la reverberación del sonido y potenciarlo. Estudios específicos realizados sobre estas anforillas, han puesto en evidencia que sus tipos se agrupan en dos modalidades, según el tamaño y diámetro de su embocadura. Uno corrige la voz y otro el canto. Es esta una prolongación —adaptada— del uso de cántaros metálicos empotrados en el frente de las gradas de la cávea del teatro romano, que se disponían con el mismo fin.

Para terminar este capítulo, trataré de los gloriosos pavimentos que se construyeron en ábsides y presbiterios, de los que nos llegan entre otros el de la abacial de Fleury (Fig. 156, Saint Benoît sur Loire, Francia, siglos XI-XII). O el de la abacial de Nuestra Sra. de Alaón (Huesca, España). Son pavimentos de mármoles taraceados policromados que siguen la tradición de los estupendos pavimentos comatescos italianos.

137 Palazzo Bertholon, Benedicte; Valière, Jean Cristophe, *Les pots acoustiques dans les églises médiévales*. Dossiers d'Archeologie, 363, 2014, pp. 24-25; *Archeéologie du son. Les dispositifs de pots acoustiques dans les édifices anciens*. Sfa, Paris, 2012.





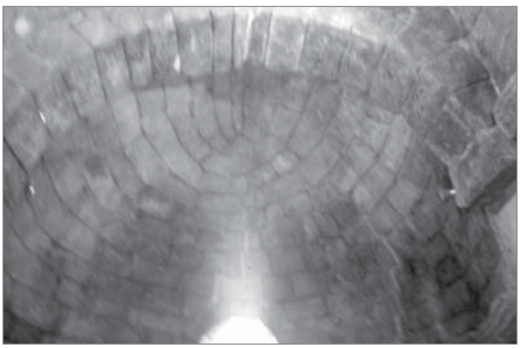


Figs. 145, 146 y 147. Arriba izquierda. SAN MILLÁN (Segovia, España, siglo XI-XII). Ábside central. Ver las tres ventanas canónicas y su articulación arquivoltas-columnitas. Y como la parte inferior de su paramento presenta esa falsa y rica arquería semiempotrada. **Arriba derecha.** SAN CAPRASIO (Santa Cruz de la Serós, Huesca, España, primer tercio del siglo XI, románico-lombarda). Coro atrofiado y semicúpula del ábside. Ver las tres ventanas canónicas, de doble derrame y boveditas cónicas capialzadas. Así como la serie de nichos que articulan la parte inferior del paramento interior del ábside y coro atrofiado. **Abajo.** SAN MIGUEL DE HILDESHEIM (Alemania, siglo XI). Ábside reconstruido. Ver la serie de ventanas que se abren en él.

Fotos: Roberto Benedicto. 2010.



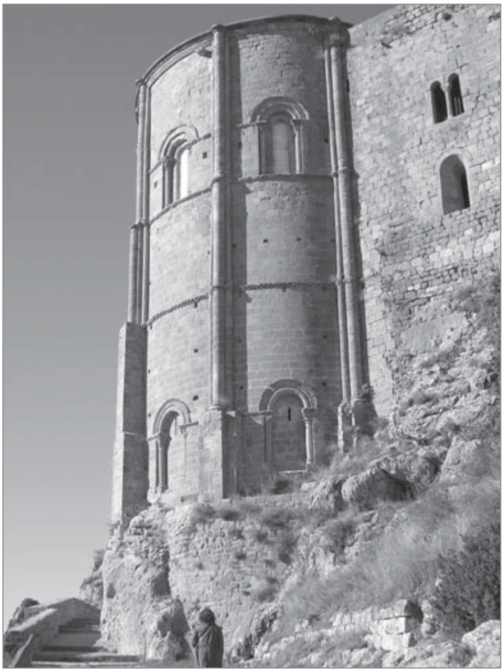




Figs. 148, 149 y 150. Arriba. SANTA MARÍA DE OBARRA (Huesca, España, primer tercio del siglo XI, románico-lombarda). Ábside central. Ver la característica articulación de arquerías ciegas y la correspondiente a sus tres canónicos vanos. El haz de luz que incide sobre el altar, se produce en el amanecer del equinoccio de verano, si el tiempo lo permite. Hoy con la presencia de numeroso público que acude a presenciar este curioso acontecimiento. **Centro.** SAN MILLÁN (Segovia, España, siglos XI-XII). Ábside lateral ligeramente peraltado. Ver los mechinales de apoyo de la cimbra. **Abajo.** SANTA MARÍA DE MELQUE. (Toledo, España, siglos VII-VIII). Semicúpula del ábside de la iglesia hispano-visigoda.

Fotos: Roberto Benedicto. 2012. Para Obarra, gentilmente cedida por Fernando Galtier Martí, de *El Nacimiento del Arte Románico en Aragón. Arquitectura.*

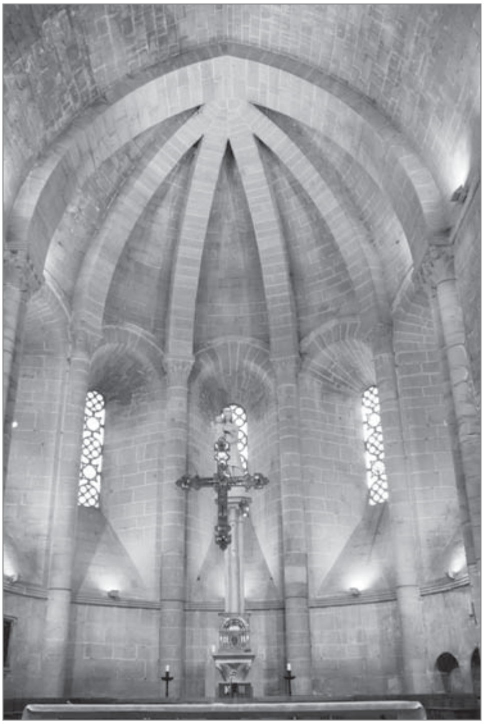


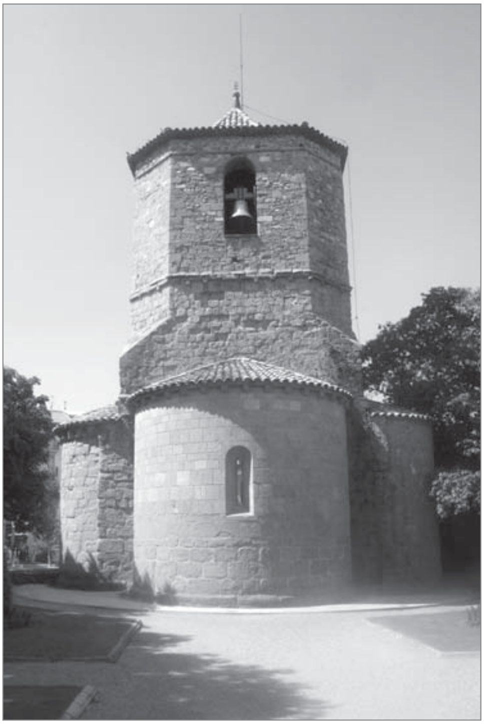




Figs. 151, 152 y 153. Arriba. SAN FRUCTUOSO DE BARÓS (Huesca, España, siglo XII). Anforillas de reverberación en el ábside. Destruidas recientemente. Ver el aparejo de la semicúpula del ábside. **Abajo izquierda.** CASTILLO DE LOARRE (Huesca, España, siglo XI-XII). Cabecera de la Iglesia de San Pedro. Ver como la existencia de una cripta, que presenta sus ventanas abiertas en la parte inferior y la situación de la cabecera de la iglesia, obligó a la construcción de contrafuertes articulados en sus muros, que se elevan desde su cripta. Ver la articulación de las ventanas. **Abajo derecha.** SANTO DOMINGO DE LA CALZADA (La Rioja, España, siglo XI). Bóveda de crucería con arcos diagonales de sección recta cubriendo un absidiolo recto de planta sensiblemente cuadrada.

Fotos: Roberto Benedicto. 2002-2009 y 2014.







Figs. 154, 155 y 156. Arriba izquierda. ABACIAL DE LA OLIVA (Navarra, España, siglo XII). Ábside mayor. Se cubre con una semicúpula con arcos meridianos de sección rectangular confluyentes en su clave. **Arriba derecha.** SAN PABLO (San Juan de las Abadesas, Gerona, España siglo XI). Cabecera de la iglesia con tres ábsides, cabecera trebolada. **Abajo.** FLEURY. SAINT BENOÎT SUR LOIRE (Francia, siglo XI-XII). Ver el magnífico pavimento de mármoles taraceados del presbiterio, restaurado, zona delante del altar.

Fotos: Roberto Benedicto. 2009.



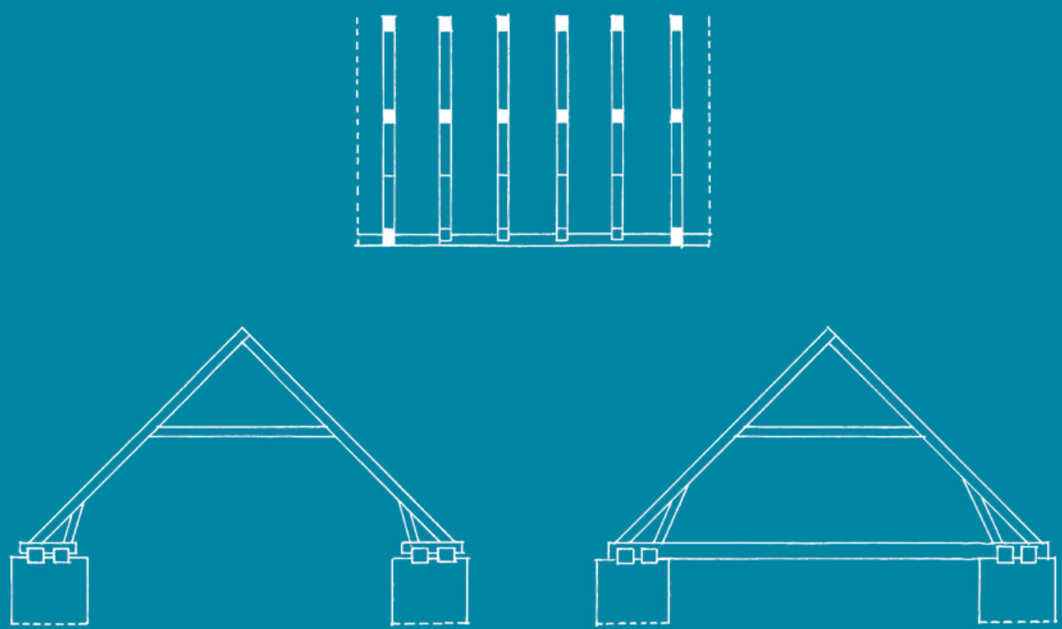


Figs. 157 y 158. Arriba. ABACIAL DE FONTEVRAUD (Francia, siglos XI-XII). Cabecera. **Abajo.** ABACIAL DE SANTA MARÍA DE RIPOLL (Gerona, España, siglos XI-XIX). Ver los seis absidiolos abiertos al transepto. Esta iglesia es el resultado de múltiples destrucciones y de una más que discutible reconstrucción llevada a cabo por el arquitecto Elías Rogent en el siglo XIX, que no obstante refleja la situación anterior románica.

Fotos: Roberto Benedicto. 2014-2013.

CAPÍTULO 10

LAS CUBIERTAS ROMÁNICAS



Antes de entrar en esta materia son precisas unas consideraciones previas. El paso del tiempo y su acción sobre estas partes tan expuestas de los edificios, los incendios, ruinas y destrucciones, a lo que hay que sumar las repetidas reparaciones y sustituciones con las subsiguientes modificaciones, han provocado la irremediable pérdida de una parte muy importante de los elementos originales de los sistemas de cubiertas sobre armaduras de madera de época románica. Y que las cubiertas románicas tendidas sobre faldones de argamasa ciclópea, nos lleguen muy alteradas, perdidas y deterioradas.

Estas reparaciones y modificaciones afectaron a la configuración estructural y formal de las cubiertas, que pueden presentarse hoy de forma muy distinta a la original. Vemos frecuentemente otros cambios sustanciales que afectan a sus muros de apoyo, con recrecidos para nuevas cubiertas que conllevaron la desaparición de las cornisas de cubierta originales o su modificación total o parcial; adaptaciones para la construcción posterior de torres, cimborrios, espadañas y capillas; la reorganización de los faldones de esas cubiertas con nuevas disposiciones ajenas a su estado original; e incluso, en algunos raros casos, la reutilización de piezas de estas armaduras en armaduras posteriores. Un caso muy repetido en iglesias de pequeño formato es el originado por la caída o ruina de la bóveda de medio cañón, generalmente la de su nave central, que fue reconstruida en la reparación subsiguiente con bóveda de medio cañón apuntado, más acorde con el momento de la reparación y para darle mayor estabilidad. Lo que implicó la reconstrucción global de las cubiertas anteriores.

Todo ello contribuye a que los estudios sobre estos asuntos sean muy dificultosos. Contábamos a este respecto, fundamentalmente con la obra pionera ya publicada hace años de Viollet le Duc[138], algunos de cuyos planteamientos son hoy discutidos, pero obra de gran valor, ya que supuso una inicial aproximación a estos estudios y ejerció una fundamental influencia en las investigaciones posteriores. Igualmente en esos años, aunque con menor profundidad y extensión, August Choisy realizó aportaciones de interés[139]; a lo que hay que añadir la obra de diversos autores, que han tratado sobre estos temas en los siglos XIX-XX. Pero la investigación ha progresado notablemente en los últimos años, sobre todo en Francia, donde estupendas y meticulosas investigaciones se han realizado; bien que sobre áreas geográficas concretas y con más énfasis sobre las armaduras góticas[140], con magníficas obras ya publicadas.

138 Viollet le Duc, E., *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^{e} au XVI^{e} siècle*, voz «charpente». Ver en Internet y con este título *La Bibliothèque libre*, de libre acceso.

139 Choisy, August, *Historia de la Arquitectura*, dos volúmenes, 9ª Edición, Editorial Victor Leru, Buenos Aires, 1980, pp. 412-413.

140 Épaud, Frédéric, *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, Publications du CRAHM, 2007; Hoffsummer, P., *Les charpentes du XI au XIX siècle, typologie et évolution en France du Nord et en Belgique*. Paris, Éditions du Patrimoine, coll. Cahiers du Patrimoine, 62, 20012; *Les charpentes du XI au XIX siécle. Grand ouest de la France. Typologie et évolution*, coll. Architecture Medii Aevi, núm. 5, Turnhout,

Los más importantes de estos últimos trabajos parten de una completa catalogación previa, con la realización de ensayos dendrocronológicos sobre las piezas de madera de las armaduras; lo que es imprescindible para establecer correctamente sus cronologías y proceder a un estudio seriamente exhaustivo de sus características y evolución. Estos ensayos han puesto en evidencia la existencia de algunos sistemas de armaduras románicas que nos eran desconocidas. Un magnífico ejemplo a seguir. Todo esto hace absolutamente envidiable el nivel que la investigación ha alcanzado en Francia, fundamentalmente. Sobre todo en el establecimiento anterior de bases seguras para estudiar dendrocronológicamente las piezas[141] y abunda en la absoluta necesidad de abordar en España estos estudios.

Dos fueron los sistemas utilizados para cubrir las iglesias durante el periodo románico, y que suponen una continuación de los que ya se venían utilizando. El primero de ellos y el más generalizado presenta los faldones de sus cubiertas apoyados en estructuras de madera de variadas tipologías, más o menos complejas, que se sustentan en los muros de coronación de las naves; bien sean estas armaduras vistas o se dispongan por encima de bóvedas y cúpulas. De estos sistemas, por las obvias razones expuestas más arriba, nos ha llegado alguno del siglo XI[142], y más ya a partir de la segunda mitad del siglo XII. El segundo sistema necesita el soporte de tramos abovedados o con cúpulas, ya que los faldones de las cubiertas se construyen, según la tradición romana, con capas de argamasa ciclópea directamente tendidas sobre sus senos y capas de compresión; conformando los faldones sobre los que se disponen los elementos de cobertura.

10.1. CUBIERTAS SOBRE FALDONES DE ARGAMASA

Estudio por su sencillez este sistema de cubiertas en primer lugar, que se corresponde, sobre todo en el sur de Europa, con el primer románico. Supone una clara continuación de las análogas cubiertas de época romana. Sobre la capa de compresión y rellenos de senos de las bóvedas de medio cañón, cañón apuntado, arista, cúpulas, y semicúpulas de los ábsides, se construyeron faldones de argamasa con mampuestos embebidos, que conformaron las pendientes finales de la cubierta sobre las que se colocaron las piezas de cobertura. Naturalmente este es un sistema que obliga a construir bóvedas y cúpulas capaces de sostener los pesos derivados de la naturaleza de estos faldones (Figs. 70, 75, 159 y 160).

Cuando la iglesia tiene tres naves, la bóveda central suele ser algo más alta que las de las naves laterales y las cubiertas deben adaptarse a esto. Si esa diferencia de altura es pequeña,

Brepols, 2011. Froidevaux, Yves-Marie, *Techniques de l'arqchitecture ancienne*, pp. 87-136, Mardaga Ed., 1986; Entre otros.

141 Sobre una aproximación a la dendrocronología, ver: Rodríguez Trobajo, Eduardo, «La datación dendrocronológica y del radiocarbono, «La Madera I», Instituto Juan de Herrera, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 2000.

142 De 1044 es la de Saint Germain des Prés, cuyas piezas han sido integradas en la posterior cubierta. Ver: Épaud, Frédéric, *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, o.c.

dos únicos faldones pueden cubrir la nave central y las laterales. Si esa altura no permite esta solución por la excesiva inclinación que tendrían los dos únicos faldones, se construyen de manera independiente para la nave central y laterales, presentando un escalonamiento, constituyéndose en cubiertas claramente diferenciadas (Fig. 159).

Las cubiertas de los ábsides se construyen del mismo modo y en función de la geometría semicircular de la planta a cubrir adoptan faldones cónicos. Sólo si existe un coro atrofiado mayor de lo usual, correspondiente generalmente al ábside mayor, se dispondrá un tramo de cubierta independiente para el coro atrofiado con dos faldones en un plano superior a la cubierta del ábside, articulándose en degradación entre esta y la cubierta superior de la nave (Fig. 162). Igualmente si la planta de los ábsides presenta un peralte acusado, su cubierta puede presentar un tramo correspondiente a ese peralte conformado a dos aguas, que se enlazará con la cubierta cónica del ábside (Fig. 161).

Las iglesias con tres o más ábsides suelen compartir sus muros. Esto obliga a que las cubiertas de los ábsides laterales no puedan presentar un desarrollo completo por encontrarse con el muro del ábside central, desarrollándose parcialmente (Figs. 159, 162). Igual sucede cuando son varios los ábsides secundarios adosados que comparten entre sí sus muros (Fig. 158). En algunos casos esos ábsides son de planta rectangular, cubiertos a dos aguas (Fig. 163). La más tardía disposición de deambulatorios con ábsides radiales abiertos a él, originará un conjunto de cubiertas escalonadas y la aparición de magníficas cabeceras de las que trataré más adelante (Figs. 157, 237-239).

Un caso particular es el de las cubiertas sobre cúpulas de torres, generalmente de sección parabólica que cubren su última planta, o en el caso de cubiertas sobre cúpulas piramidales de gajos rectos. En estos casos el sistema es el mismo, pero la fuerte pendiente obliga a soluciones en las que las piezas de cobertura deben anclarse o aparejarse de manera especial (Figs. 44, 142). De ello trato con más extensión al final de este capítulo.

Este tipo de cubiertas sobre faldones de argamasa es el que por su naturaleza se ha conservado relativamente mejor. Aún es posible comprobar en ellas, si las bóvedas no han sido reformadas, la existencia de capas de argamasa originales; y en casos muy singulares, restos de losas de piedra del sistema de cobertura original bajo las actuales piezas de cobertura; en algunos casos empotrados en rozas practicadas en sus encuentros con los paramentos verticales, constituyendo esta una estupenda solución para evitar que el agua de lluvia penetre en esa junta tan difícil de sellar de otro modo[143]. No obstante no me constan análisis sobre estas argamasas originales, que podrían aclarar su naturaleza y cronología, otra carencia más sobre nuestros estudios.

143 Tal situación existía en el ábside de la Iglesia de San Fructuoso de Barós (Huesca, España, siglo XII). Durante las obras de restauración que dirigí, se pudo comprobar después de levantar los faldones de lajas de pizarra de la cubierta del ábside, que existían restos de losas de piedra empotrados en una roza practicada en el muro imafronte de la nave. Se encargó el estudio arqueológico de esta cuestión. Aunque hasta hoy nada he conocido al respecto.

10.2. CUBIERTAS SOBRE ARMADURAS DE MADERA

10.2.1. Cubiertas sobre armaduras de madera. Cuestiones generales

Trataré ahora, obligadamente y por su interés con alguna extensión, sobre las cubiertas cuyos faldones se sustentan en sistemas estructurales de armaduras de madera apoyados en muros, tanto sean vistas o estén ocultas por las bóvedas, ya que esta distinta situación no parece influir decisivamente en sus características fundamentales.

Es obvio que estos sistemas, que deben soportar de manera estable los faldones de las cubiertas, deben adaptarse a una rápida evacuación del agua de lluvia y de la nieve, presentando pendientes que hasta el siglo XII suelen estar alrededor del 30-45%. Esta pendiente alcanzará en las zonas centrales y norte de Europa el 60% en los siglos XII-XIII. Y no solamente por evacuar con rapidez el notable peso que implica la nieve, sino porque, como la investigación ha determinado, al generalizarse el uso de losas de piedra como piezas de cobertura, se intenta con ello disminuir las consecuencias de ese peso sobre las armaduras y sus muros de apoyo.

La utilización de la madera para estas cubiertas es coherente no sólo con su abundancia y fácil extracción, sino sobre todo por sus características resistentes, buena a la tracción por la disposición de sus fibras y buena a la compresión. Los troncos talados, adaptados a los grosores deseados, fueron generalmente de poca sección, salvo alguna pieza específica como los tirantes. Sus tipos de corte y labra, en un principio son de simple descortezado o corte muy rudimentario, no despreciándose troncos curvados que se colocarán en obra adaptando esta curvatura a las necesidades de la armadura. El transporte a los tajos se efectuará primando las vías fluviales. Es sorprendente que casi con generalidad los troncos se utilizaron todavía «verdes». Sin largos procesos de secado anterior, y con éxito.

La labra de los troncos y la confección de las piezas que deben formar parte de las armaduras se efectuará a pie de obra. Para ello se disponían zonas donde efectuar a tamaño natural el trazado de las armaduras, para desde él obtener las distintas piezas en su medida definitiva y poder labrar en ellas previamente los distintos sistemas de unión de las piezas; a media madera, caja y espiga, o unión con clavos que en un principio eran de compacta y dura madera y más tardíamente de hierro forjado.

De esta forma las piezas de las armaduras se obtenían con un proceso de «pre-fabricación» y se colocaban «in situ» según las numerosas marcas talladas en ellas, que hoy se han podido ver y estudiar y que indicaban a qué armadura correspondía su situación y su posición en la armadura, con sus elementos de unión ya dispuestos y tallados para su montaje. Era este sistema de marcas algo similar a las marcas de posicionamiento de las piezas de cantería; suponían en un principio un sencillo y empírico «lenguaje» convencional, conformado con muescas repetidas y signos sencillos de fácil interpretación. Lenguaje que pasó a ser posteriormente críptico, para que nadie ajeno a la obra pudiera conocer los conocimientos que el maestro carpintero poseía y preservar así esos «secretos del oficio.» La investigación ha com-

probado la existencia en lo románico de trazados reguladores de base, con mallas de cuadrados y rombos, que posteriormente en lo gótico derivaron en trazados muy complejos de círculos interseccionados[144].

Es preciso insistir en que la investigación ha encontrado pocas armaduras entre la segunda mitad del siglo XI y el siglo XII, y más del XII, sobre todo a partir de sus años centrales; en los que los sistemas de armaduras presentan ya una razonable homogeneidad y continuidad en su evolución. Por lo que sobre buena parte del periodo románico, por el momento, tenemos pocos testimonios para su estudio. En algunos casos se han encontrado piezas reutilizadas en armaduras posteriores, siendo sus marcas las que han permitido proponer algunas teóricas reconstrucciones originales.

Para finalizar este apartado diré, que a la luz de la investigación, la configuración de las armaduras y sus sistemas derivan de una evolución propia, consecuencia de la luz a salvar, pendientes, cargas y circunstancias a las que tienen que adaptarse, más que del estilo de los edificios que cubren, manifestando los progresos que el maestro carpintero introduce en ellas para su mejor estabilidad, economía y ornato cuando son vistas.

10.2.2. Cubiertas sobre armaduras de madera. Estudio del funcionamiento estructural de sus piezas básicas

Para entrar en el estudio de estas armaduras románicas es necesario exponer unos principios básicos de funcionamiento estructural de sus piezas. Supongamos la armadura más simple posible sobre un espacio de luz moderada. Dos piezas de madera o pares dispuestas según la inclinación de los faldones a sustentar que se entregan inferiormente en piezas de madera o soleras dispuestas en la coronación de los muros de apoyo y se enlazan a media madera bajo el vértice de la cubierta. Las armaduras se colocan a corta distancia unas de otras, unos 0,60-0,90 m, de forma paralela, para recibir una tablazón soporte de las piezas de cobertura. Por la disposición inclinada de los pares, estos entregarán cargas inclinadas según su dirección en sus apoyos a las soleras y muros, equivalentes a la acción de un empuje. Es decir, al igual que sucede con el arco, si en esos puntos de entrega descomponemos estas acciones según los ejes horizontal y vertical, tenemos unas fuerzas horizontales dirigidas hacia el exterior o verdaderos empujes, inconvenientes para el muro, y unas fuerzas verticales o pesos que el muro debe estribar con seguridad (Fig. 164 arriba izquierda).

La resolución inmediata a este problema es la introducción de otra viga horizontal en la base de cada uno de los pares, convenientemente enlazada con ellos en esos puntos. Esta pieza o tirante, equilibra los empujes horizontales anteriormente descritos «tirando» de la base de los pares hacia el interior y trabajando por tanto a tracción, ya que está sometida al em-

144 ÉPAUD, Frédéric, *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, o.c., pp. 70-80.

puje horizontal hacia el exterior. No anula los empujes, los equilibra, si el tirante dejase de cumplir esta función estructural los empujes se manifestarían sin ninguna contención, con sus naturales consecuencias (Fig. 164 arriba derecha).

Los pares reciben el peso uniformemente distribuido sobre ellos de los faldones (tablazón y piezas de cobertura), de la acción del viento y el de la nieve. Es evidente que ante estas cargas los pares están sometidos a flexión y su deformación provocará en ellos una flecha en su punto medio, mayor o menor, en función de su propio peso, de la carga que soportan, y de su relación sección-longitud. Si la longitud de los pares es excesiva, con la consiguiente posibilidad de la aparición de flechas no admisibles y por tanto incompatibles con la estabilidad de los faldones, el constructor «parte su luz» mediante la introducción de una pieza horizontal o nudillo. (Fig. 164 centro izquierda). La introducción del nudillo divide la longitud total de cada par en dos tramos más cortos, con lo que la flecha en ambos será notablemente menor y el nudillo trabajará a compresión. El sistema se ve así fortalecido y ofrece una mejor respuesta a las solicitaciones a que está sometido.

Pero si no existiera el tirante, cuestión que veremos ampliamente repetida, el único elemento que puede cumplir su función es la pieza descrita como nudillo, situada en un plano notablemente superior al del tirante (Fig. 164 centro derecha), que suple en parte su función, aún en una situación nada favorable para su misión. Se ha llamado a este nudillo en esta función específica falso tirante, que ahora trabajará a tracción.

Especialmente una pieza vertical o pendolón, dispuesta en el eje de la armadura y enlazada al vértice de la misma, se une sólidamente con el tirante (Fig. 164 abajo izquierda), bien en presencia o no del nudillo y/o puntales. En mi opinión, es difícil de evitar que los pares no descansen en el cabeza superior del pendolón, transmitiendo esa carga al tirante en el punto más desfavorable, su centro, y haciéndole trabajar a flexión. Así el pendolón actuaría como un puntal más que apuntala inferiormente el vértice superior de la armadura. Se ha dicho que se dispone para colgar el tirante en su punto medio, del vértice de la armadura y evitar su flexión; sobre todo si la luz que cubre el tirante es importante, transmitiendo a la cabeza de los pares este esfuerzo en forma de compresiones según sus ejes; la unión del pendolón con el nudillo se suele efectuar a media madera, por lo que colabora en esto. Pero para que esto funcione así, es necesario que el pendolón no tenga contacto con el tirante, al que se enlazaría mediante una pletina de hierro con cierta holgura que entraría en carga si el tirante al flechar la solicita. En un principio los pendolones se ajustan a la primera situación descrita, cargan sobre el tirante, y sólo el sobredimensionamiento de este hace estable al sistema.

Pero el pendolón puede cumplir otra fundamental función. Si partiendo más o menos de su tercio inferior, se disponen a cada uno de sus lados dos piezas o jabalcones a unos 30°, que se entregan en los pares y cortan su luz, apuntalándolos (Figs. 164 abajo derecha y 165), estas piezas entregan al pendolón las acciones derivadas, iguales y simétricas, que se combinan equilibrando sus componentes horizontales y sumando sus componentes verticales, que el pendolón en una correcta disposición de su unión con los pares debe transmitir a los pares;

producienda en ellos el correspondiente aumento de su empujes en sus bases de unión con los muros. Claro que, si esa unión no es correcta el pendolón transmitirá un mayor peso al tirante.

En poco tiempo, ya desde finales del XII, la disposición del pendolón se generaliza ante el crecimiento de la luz de las armaduras evolucionando con magníficos resultados estéticos en los siglos posteriores (Fig. 166), en los que el pendolón presenta una ajustada pletina de hierro forjado, es la «unión de cuelgue» del tirante, con una pequeña holgura, que hará entrar en carga al pendolón ante cualquier deformación del tirante.

Otra situación observada en no pocos casos es análoga a las hasta ahora descritas. Pero con la variante de presentar una viga de madera corrida a lo largo de todos los vértices de las cerchas, la hilera o viga de cumbrera, en la que se entregan superiormente los pares. La cronología de esta variante es absolutamente imprecisa. De forma que con ella se pueden presentar las variantes descritas, con o sin nudillo, puntales y/o pendolón (Figs. 167 y 168).

Creo que lo expuesto es bagaje suficiente para entender la conformación de estas armaduras y su evolución, que vamos a estudiar de manera resumida. Tenemos así unas armaduras cuyas piezas fundamentales son los pares, el tirante y sus uniones a las soleras y muros. Y un importantísimo número de variantes estudiadas respecto a las piezas interiores o secundarias, como nudillo, puntales, pendolón, etc...

Todas estas piezas deben enlazarse según los dispositivos adecuados para soportar las tensiones de tracción o compresión a que se ven sometidas. Y aún hay que decir, que los simples sistemas de armaduras descritos hasta este momento de la exposición, no presentan ningún elemento específico para soportar la acción lateral del viento, que puede ser de gran importancia, ni tienen ninguna pieza que las arriostre longitudinalmente, cuestión que aparecerá tardíamente ya en el siglo XIII.

Por otra parte la armadura es hiperestática, en función de sus múltiples uniones y organización. A este respecto y como anteriormente se ha descrito, sabemos de la existencia de trazados geométricos de base que crecen en complejidad que sirvieron para disponer las piezas de la armadura. Pero nada sabemos sobre cómo el maestro carpintero románico elegía las secciones adecuadas para sus piezas, con el mayor de los éxitos.

A partir de este momento de la exposición, para no confundir las cosas, llamaré cercha, utilizando la terminología actual, a la armadura principal del sistema. Ya que es normal designar como armaduras a todo el conjunto de las piezas que componen la globalidad de la estructura.

Es obvio que la cercha, que es un elemento estructural construido con piezas de madera de tamaño razonable y relativamente manejables, puede salvar con estabilidad y con más o menos sencillo artificio una luz notoriamente mayor que la de una viga dispuesta horizontalmente, que ahora sería de imposible obtención para la mayor parte de las luces a cubrir. En

el periodo románico, como en los anteriores[145], es la solución económica y razonable para cubrir directamente un espacio evitando la construcción de bóvedas, con el coste y complejidad que implica su construcción y la de construir muros de importante sección con sus contrafuertes o dispositivos adecuados para estribar los empujes que generan.

Las cerchas correctamente diseñadas —con tirante— no entregan empujes, sino cargas verticales en sus apoyos en los muros, por lo que precisan muros de menor sección que las bóvedas y no es necesaria la disposición de contrafuertes. Así se logra una construcción más sencilla y económica. Si los contrafuertes existen, por ejemplo en el caso de un cambio del plan de construcción que preveía bóvedas y se han sustituido por cubiertas por armaduras, colaborarán exclusivamente a estabilizar el muro frente a su posible pandeo.

El hecho de que sólo entreguen cargas verticales y ningún empuje que desestabilice a los muros, precisamente en el punto más difícil de estribar que es su coronación, es decisivo. Aunque existen no pocos casos en que la configuración de las cerchas —sin tirante y con falso tirante— hace que esto no se cumpla totalmente por el desconocimiento que el constructor antiguo tenía al respecto. Desconocimiento que se suple con el hecho de que las tensiones de trabajo son notablemente bajas, con lo que el aumento de tensiones en las piezas de la cercha debidas a su incorrecta disposición y el empuje entregado, se absorbe con seguridad y con total éxito a la vista de lo que nos llega.

Los sistemas de armaduras vistas fueron destruidos en no pocos casos por repetidos y asoladores incendios, lo que aconsejó la construcción de bóvedas capaces de resistirlos algo mejor. Aunque la verdadera razón de su introducción generalizada fue la satisfacción y orgullo que a sus promotores produjo este tipo de obra, bien reflejada en la documentación. Con lo que estos sistemas se trasladaron a sostener las cubiertas por encima de las bóvedas y cúpulas, sin que su organización variara fundamentalmente en un caso u otro.

Se formaban así unos espacios entre las bóvedas y los faldones de las cubiertas, a los que se podía acceder generalmente desde las torres, que suponían una doble barrera ante el agua de lluvia; de forma que además las bóvedas protegían de la acción del fuego a las armaduras de las cubiertas durante el tiempo en que conservaran su estabilidad. Siendo además este espacio el lugar donde se ha acumulado todo tipo de objetos y enseres, con el consiguiente aumento de las cargas sobre las bóvedas. A lo largo del tiempo, el deterioro de las cubiertas y de sus estructuras ha sido la causa de múltiples sustituciones y reparaciones, en las que aquellas se han apuntalado con inverosímiles sistemas que se apoyaban de manera inconveniente sobre las bóvedas y sus arcos fajones.

Choisy nos expone algunas variantes de sistemas de armaduras dispuestas sobre las bóvedas[146], que en un principio presentan los pares descansando sobre el trasdós de las bóvedas,

145 La basílica paleocristiana es el mejor ejemplo de esto.

146 Ver supra, nota 4. Capítulo 7, Tomo I, p. 412. Tomo II, fig. 111.

cargándolas de manera inadecuada, para posteriormente construir sencillas cerchas sin tirante y con nudillo mantenido en su lugar con puntales que entregaban su carga en las zonas de los senos de la bóveda (Fig. 169). Para la exposición de los distintos grupos que caracterizan las cerchas, incido en la clasificación que se sigue en Francia en los recientes y brillantes estudios al respecto.

10.2.3. Sistemas de cerchas paralelas, independientes e iguales con tirante

Puede asignarse a estos sistemas una cronología desde la segunda mitad del siglo XI y el siglo XII. Son sistemas de cerchas que se disponen a distancias entre 0,70 y 0,90 m, para recibir normalmente una tablazón de madera que es soporte de las piezas de cobertura. Esta separación es función del peso de las piezas de cobertura, menor si pesan más y mayor si pesan menos. Las más antiguas estudiadas son cerchas compuestas por pares, tirante y puntales, que descargando los pares se apoyan en el tirante; los puntales pueden ser verticales o presentar inclinación hacia los pares (Fig. 170, arriba). Con esto trabajan a compresión y el tirante a una inconveniente flexión que debe ser soportada por una sección adecuada. Si existe nudillo, estos puntales pueden incidir superiormente bajo las entregas nudillo-par (Fig. 170, centro), con lo que se refuerza esta unión. Es este un sistema que deriva de las cerchas de la antigüedad y tal parece que de las de la basílica paleocristiana, cuestión de la que trato más adelante. Aún podemos ver cerchas con piezas dispuestas en forma de cruz de San Andrés (Fig. 170, abajo), que arrancando de la base de los pares inciden bajo el nudillo, y trabajan también para amortiguar la acción del viento sobre los faldones, transmitiéndola a los muros.

Estos sistemas se dispusieron tanto sobre bóvedas, como vistas desde el interior. Producen una carga de carácter continuo sobre los muros que se adapta muy bien a su naturaleza en las iglesias del tiempo, en las que existen gruesos muros con ventanas moderadamente abiertas en ellos. En algunos casos de cerchas vistas, se han observado restos de tablazones clavadas en la cara inferior de los tirantes que las ocultaban desde el espacio interior y en su caso eran soporte de decoraciones y pinturas. En el caso de que se dispusieran por encima de las bóvedas, es evidente que deben apoyarse en muros recrecidos por encima del trasdós de las mismas para que el tirante no interfiera con ellas. Pero se han encontrado algunos casos en los que esto no es así, y el tirante se curva sólo lo suficiente para salvar ese trasdós, es decir se utiliza una pieza curvada para ello. De forma que en ocasiones presentan apoyos con doble solera, de manera que los pares se entregan al tirante con su interposición y este a esa doble solera.

Viollet le Duc ha estudiado un magnífico ejemplo de este sistema, bien que con algunas variantes, como son las armaduras vistas y estupendamente policromadas de la catedral de Mesina (Sicilia, siglo XII)[147]. Aquí las cerchas se componen solo de pares y tirante, todos de importante escuadría, y se separan unos 2,50 m entre sí. Los tirantes se entregan en los muros mediante pequeñas mensulitas. Pero lo notable es que bajo la zona superior de entrega de los

147 Viollet le Duc, E., *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^{e} au XVI^{e} siècle*, voz «charpente».

pares se cuelga un cielo raso de piezas de madera con casetones tallados y policromados. Y que entre las correas que se apoyan en los pares se dispone una doble tablazón igualmente tallada y policromada. El aspecto es espléndido.

10.2.4. Sistemas de cerchas paralelas e independientes, componiendo tramos

Su cronología puede establecerse en los siglos XII-XIII y posteriores. Son sistemas de cerchas paralelas e independientes que presentan tramos de varias cerchas sin tirante entre cerchas con tirante (Fig. 172). Todas ellas tienen nudillo.

En un principio esta alternancia de cerchas con o sin tirante no se relaciona con la presencia de bóvedas. Pero el sistema se adaptará muy bien a las bóvedas cuyo trasdós se alza por encima del plano de apoyo de las cerchas, de forma que las cerchas con tirante se dispondrán sobre los arcos fajones del tramo, salvando las cerchas sin tirante el trasdós sobreelevado de las bóvedas y constituyendo efectivamente tramos.

Dado que este sistema se corresponde en no pocos casos con una elevación de las pendientes de la cubierta, la mayor inclinación de los pares produce un empuje horizontal en sus apoyos en los muros algo menor, al ser el empuje generado más inclinado, lo que facilita la supresión del tirante inferior de las cerchas intermedias, cuya misión pasa al nudillo o falso tirante superior. Siendo necesario proveer un mejor sistema de apoyo de los pares sobre las dobles soleras; con cortos puntales, rectos o inclinados que descansan en pequeñas piezas dispuestas sobre las ahora ya definitivas dobles soleras de sus apoyos, con uniones de caja y espiga clavadas (Ver apoyos de las cerchas sin tirante en la Fig. 172). Con ello la cercha puede aligerarse un poco más. La configuración de las piezas secundarias de estas cerchas comienza a ofrecer una notable variedad.

De esta forma, la cercha con tirante se hará corresponder con los pilares de las naves y las intermedias transmitirán acciones continuas y algo menores a los muros intermedios, que se adelgazan progresivamente en función de la evolución de la arquitectura románica a la gótica, abriendo además progresivamente importantes ventanas en ellos.

Añadiré que esta tipología de cerchas es la que sirvió de base para el importante y posterior desarrollo en España de las espléndidas armaduras mudéjares y su carpintería de armar. Lo que parece indicar una tradición de uso anterior, que nos es desconocida por el momento, tanto por los escasísimos ejemplos conservados muy inseguros en su cronología, como por la inexistencia de estudios al respecto.

Puig i Cadafalch publicó las armaduras de esta tipología en la iglesia de San Clemente (Fig. 182, Tahull, Lérida, 1123), que según su criterio pertenecieron a su fase románica[148]

148 La iglesia fue consagrada por San Ramón, obispo de Roda de Isábena (Ribagorza, España) (10 de diciembre del año 1123). La de Santa María, igualmente en Tahull, presentaba a comienzos de siglo una importante reforma

bien que en la actualidad están reconstruidas siguiendo fundamentalmente la tipología anterior. Es un sistema de cerchas de par e hilera con tirante, componiendo tramos, con otras de par e hilera sin tirante. Todas ellas reciben directamente la tablazón. Pero es relevante que, en un dibujo que representa estas armaduras incluido en su *Arquitectura Románica a Catalunya*[149], se representa una viga longitudinal situada en el eje de las armaduras que descansa en todos los tirantes y que hoy ha desaparecido. Algo similar a lo que podemos ver en San Miniato al Monte de Florencia. Y aún, en la iglesia de Xunquera de Ambía (Coruña, España, siglo XII), donde se conserva sobre su nave central la cubierta de par e hilera, dispuesta en tramos entre arcos diafragma, que apean la hilera de cada uno de los tramos, con tablazón sobre los pares, aunque existen serias dudas sobre si estas armaduras corresponden a fechas algo más tardías.

Un brillante ejemplo del uso de este sistema de armaduras, de mediados del siglo XII y siglos posteriores, es el que aún podemos ver en las pequeñas iglesias de Noruega fundamentalmente, que han conservado la tipología de las iglesias pertenecientes al llamado grupo Stavkirker[150], que se extendió por toda Escandinavia. Entre ellas cito las más importantes iglesias de este grupo: Urnes y Borgund (ambas hacia 1150), quedando sólo un pequeño grupo de unas treinta en pie, que con las lógicas reparaciones y adaptaciones, conforman ese grupo con cronologías desde mediados del siglo XII hasta siglos bastante avanzados. Las cerchas que cubren los reducidos espacios de estas iglesias, son de pares y nudillo sin tirantes y presentan puntales inclinados que desde los apoyos de los pares se entregan en los pares opuestos en puntos cercanos a la unión superior de aquellos, por encima del nudillo (Ver tipo fig. 170, abajo). Bien que las piezas se acompañan con magníficas tallas y piezas especiales, que no es el caso de relatar aquí y que no alteran la tipología descrita.

10.2.5. Sistemas de cerchas sin tirante agrupadas en tramos entre cerchas con tirante, con falsas bóvedas inferiores

Es a partir de la segunda mitad del siglo XII, cuando aparecen estos sistemas de cerchas. Son cerchas sin tirante, con falso tirante o nudillo dispuestas entre cerchas con tirante y nudi-

con muros transversales dividiendo sus naves laterales en capillas, y con cubierta adaptada a esto. La posterior restauración del siglo pasado reconstruyó todas las cubiertas.

149 Puig i Cadafalch, *L'Arquitectura Romànica a Catalunya*, Vol. II, pp. 496-498, Fig. 426, y Vol. III-I, pp. 77-79.

150 Son pequeñas iglesias para pocos fieles, de planta rectangular y cabecera recta, en la que en ocasiones se dispone un ábside. Están totalmente construidas con madera. De forma que su estructura principal son columnas de madera que delimitan interiormente a la nave un rectángulo y dejan un perímetro a modo de estrecha nave secundaria que rodea exteriormente ese rectángulo de columnas. Esas columnas se alzan en altura sobre el espacio central que definen, hasta recibir las cerchas que sostienen los faldones que cubren ese espacio. Presentan arcos en la coronación en su primer cuerpo y sobre ellos fajas de cruces de San Andrés y otras elaboraciones de piezas ricamente talladas en la madera. Sus muros laterales que cierran el espacio interior, son de tablazón apoyada en soleras de madera. De modo que aquellas «naves laterales» se cubren con pares de madera que se apoyan superiormente en vigas sostenidas por las columnas. El volumen formal es escalonado y centralizado, con una riquísima aportación de tallas en capiteles, puertas, y elementos de su estructura.

llo. En un principio no presentan pendolón, pero a partir del siglo XIII lo vemos como una constante, colgando el tirante. En la zona inferior de las cerchas y bajo el nudillo, se disponen piezas curvadas que conforman un semicírculo, enlazadas con los pares y el centro del nudillo. Estas piezas definen la geometría de la bóveda de tablazón de madera que se fijará bajo ellas (Fig. 174).

La tablazón se clava sobre el intradós de estas piezas en todas las cerchas, de forma que para ocultar estas imperfectas uniones se disponen tapajuntas más o menos moldurados. Con ello las armaduras quedan ocultas a la vista, y es una falsa bóveda de medio cañón continuo, policromada o no, la que cubre el espacio. Un sistema que se desarrollará en los siglos posteriores de forma brillante, traigo a colación un sistema de cerchas de esta tipología tardía para comprender el efecto espacial de este tipo de falsas bóvedas (Fig. 176).

10.2.6. Sistemas de cerchas independientes y separadas soportando correas

Los sistemas estudiados en este apartado presentan en el norte de Europa, una cronología que se corresponde y desarrolla en el siglo XIII y posteriores, tardía para lo románico, salvo algunos rudimentarios ejemplos de finales del siglo XII conservados en Francia, sobre todo al sur de Loira. Su uso se alterna con los sistemas anteriormente estudiados[151]. Mientras que en Italia podemos ver gloriosos ejemplos de la primera mitad del siglo XII, que estudio más adelante.

Entre los casos detectados de finales del siglo XII en Francia, reflejo dos, como representativos[152]. El primero Hermonville (Fig. 175, arriba, Marne, 1180) presenta puntales inclinados que estriban a los pares y se apoyan en el tirante; las correas se apoyan sobre los pares y presentan ejiones de sujección[153]; sobre las correas se apoyan nuevos pares que soportan la tablazón de los faldones. El segundo Warkuis (Fig. 175, abajo, Oise, siglo XII), presenta pendolón, nudillo y puntales rectos que conforman con el nudillo pequeños espacios para alojar correas mientras otra correa se apoya en el vértice superior del pendolón; la característica fundamental de este último tipo de variante es que las correas, al disponerse adosadas a la cara baja de los pares, motivarán que los pares que descansen sobre ellas se sitúen en el mismo plano de los pares de la cercha, configurando un común plano de apoyo de la tablazón. Es evidente que en ambos casos los puntales cargan inconvenientemente sobre el tirante;

151 Épaud, Frédéric, *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, o.c.; Hoffsummer, P., *Les charpentes du XI a XIX siècle, typologie et évolution en France du Nord et en Belgique*, p. 227, Éditions du Patrimoine, coll. Cahiers du Patrimoine, 62, Paris; Le Port, Marcel, «Évolution historique de la charpente en France», en *La Charpente et la construction en bois*, 1977, pp. 463-480. Tampone, Gennaro, *Il restauro delle structure di Legno*, Hoepli, Florence, 1996.

152 Selecciono estos dos ejemplos entre los que Frédéric Épaud, incluye en su texto: *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, o.c., que corresponden a Hermonville (Marne, 1180) y a Warkuis (Oise, siglo XII).

153 Son pequeños tacos de madera que reciben la correa lateralmente y se clavan al par para evitar el deslizamiento de la correa sobre el par.

sobre todo en el segundo ejemplo, en el que además las cargas recibidas por las correas se transmiten al tirante. Creo que es un buen ejemplo de la inseguridad inicial en la construcción de estos sistemas, que muy pronto se corregirá.

Ya en los primeros años del siglo XIII, estas cerchas adoptan su configuración correcta, y presentarán con el tiempo una relativa variedad en la organización de sus piezas secundarias. Son cerchas con tirante, con o sin nudillo y siempre pendolón con jabalcones[154] (Fig. 178). De forma que se implanta un sistema de triangulación de las piezas secundarias, en el que los jabalcones descargan con eficacia a los pares, transmitiendo las cargas al pendolón, que a su vez transmitirá los esfuerzos verticales derivados de estas cargas al vértice superior de la cercha o cargará de manera inconveniente sobre el tirante. Sobre los pares cargan las correas con ejiones y sobre estas los pares que soportarán la tablazón.

Estos sistemas comienzan a contar ya con arriostramiento longitudinal mediante una viga-correa dispuesta en el vértice de la cercha que se descarga con jabalcones longitudinales al pendolón, aumentando las cargas sobre él. En la mayor parte de los casos posteriores otras vigas longitudinales dispuestas en el eje de la cercha y enlazadas al pendolón en planos inferiores son recibidas por jabalcones similares. Siempre se dispone, ahora, una correa sobre el vértice de la cercha, que recibe el apoyo superior de los pares sobre las correas y otras sobre el extremo inferior de los pares. En algunos casos tardíos, las correas se enlazarán a media madera con el par de la cercha ofreciendo un plano común de apoyo a todos los pares que reciben la tablazón y los elementos de cobertura.

Esta cercha precisa de piezas de mayor sección que las de los sistemas anteriormente estudiados. Y tal parece que con correas y pares consume más madera que en ellos. Pero la introducción de jabalcones sobre el pendolón y la eliminación de puntales, consigue un funcionamiento estructural absolutamente adecuado y más «limpio»; sobre todo si el pendolón no carga sobre el tirante, con lo que éste recupera su función verdadera.

A este efecto, traigo a colación la armadura «(...) que se considera como la más antigua que se conserva en el mundo occidental. Me refiero a la armadura de la Iglesia de Santa Catalina en Monte Sinaí (Egipto), perteneciente al siglo VI, con 6 m de luz (...)».[155] Fechas más concretas asignadas a esta armadura son entre los años 548-560. Es bien notable que esta armadura presenta una correcta conformación en su artificio estructural (Fig. 179). Pares con jabalcones sobre un correcto pendolón y tirante, bien que la foto que se acompaña en este y en otros casos en que esta armadura se expone, deja ver refuerzos sin duda posteriores. Es el único caso conocido al que se le atribuye esa notable antigüedad, y su artificio, sorprendentemente, no tuvo continuidad en los desarrollos posteriores. Sobre todo en algo fundamental, como es que el pendolón no tiene contacto con el tirante, con lo que ninguna acción puede transmitirle para alterar su función. Una cercha perfecta, tal y como hoy la diseñaríamos.

154 Son piezas en función de puntales a unos 30º que apoyándose en el pendolón, reciben a los pares.

155 Ver nota 151. El autor da referencia de esto en el texto y en su nota 158, Cfr.: Forsyth, G.; Weitzmann, K., *The monastery of St. Catherine at Mont Sinai*. University of Michigan Press, Michigan, 1965.

Puedo citar en España, si las cronologías sin determinar de estas armaduras no son algo posteriores, los sistemas de armaduras de esta tipología, todas ellas vistas, que cubren la nave central de la iglesia románica de San Juan del Mercado (Fig. 173, Benavente, ¿siglo XII?) con armaduras sin policromar. Son cerchas paralelas y continuas con pares, nudillo y sin tirante, dispuestas entre otras iguales con tirantes, formando tramos. Las cerchas con tirante, tienen doble tirante ligeramente separado, se entregan a las soleras mediante mensulitas. Las cerchas se apoyan sobre potentes soleras semivoladas del muro. Correas sobre los pares y sobre el nudillo soportan una tablazón, en un claro anticipo, si la cronología románica es correcta, a las disposiciones de las armaduras mudéjares. Las armaduras conservadas en la iglesia románica de Santo Tomé de Ávila (España, ¿siglo XII?), son iguales a las descritas de San Juan del Mercado e igualmente de cronología muy insegura. Excepto que presentan un solo tirante espaciado en tramos (Fig 171).

Existen numerosos ejemplos en Italia de armaduras de esta tipología, sin policromías ni caracterizaciones especiales, que bien obedecen a conocidas reconstrucciones posteriores, o sobre las que nada se conoce, bien que muchas de ellas denuncian por el buen estado de las armaduras reconstrucciones no muy antiguas. Tales son los casos, entre otros, de la catedral de Trani, San Pietro de Civate, San Silvestre de Nonantola, San Clemente de Brescia o San Pietro in Grado.

Pero en Italia, este sistema de cerchas con correas produjo la denominada «cercha latina». Una variante del sistema de armaduras vistas con riquísimas tallas y policromías que estudio brevemente a continuación. Bien que las investigaciones que se han realizado sobre ellas, no pasan de estudios más o menos detallados sobre sus policromías, tallas, o sobre su estilo e influencias y no sobre la configuración de estas magníficas armaduras[156].

Nos llega un representativo grupo de estos sistemas con sus armaduras vistas, De forma que sus cronologías se pueden hacer corresponder con la de la iglesia cuyas naves cubren. Tales serían los casos en Italia, de las armaduras que cubren las naves de las catedrales de Monreale, Cefalú y Siracusa, como la de Mesina anteriormente estudiada, todas ellas en Sicilia, de iniciativa normanda y pertenecientes a la primera mitad del siglo XII; o en San Miniato al Monte (Florencia, Italia, 1018-1090).

En Monreale las armaduras sobre su nave central son espectaculares por sus tallas, molduraciones y policromías (Fig. 180). Su conformación es análoga a las de la catedral de Mesina; con pares, tirante sobre mensulitas y pequeño cielo raso bajo su cumbrera; aquí dispuestas con menor separación y con correas y entrecalles igualmente talladas y policromadas. En la misma catedral los dos tramos anteriores al presbiterio se cubren con vigas sobre mensulitas, dispuestas longitudinalmente al tramo y conformando las dos vertientes de la cubierta; de forma que en los entrepaños hay series de magníficos casetones octogonales, más desarrollados en el primero de estos tramos. Análoga solución, con importantes vigas que

156 Tampone, Gennaro, *Il restauro delle structure di Legno*, Hoepli, Florence, 1996.

soportan correas dispuestas muy cercanas, según los planos de la cubierta, existen cubriendo los brazos del transepto (Fig. 191).

En Cefalú vemos una singular variante. Las cerchas se disponen a distancias similares a Monreale y constan de pares, tirante sobre mensulitas y una importante pieza de madera que se tiende longitudinalmente a lo largo de todas las armaduras sobre los tirantes. Una pieza similar la he citado para San Clemente de Tahull, donde ya ha desaparecido[157]. No sé explicar claramente la funcionalidad estructural de esta última pieza que carga inconvenientemente sobre el centro del tirante, más alla de que pueda funcionar como arriostramiento longitudinal del sistema, aun en este lugar tan extraño.

Es en San Miniato al Monte de Florencia, de fecha anterior a estas armaduras estudiadas, donde esta última pieza toma algún sentido estructural. Las armaduras constan de pares, tirante sobre mensulitas, jabalcones y esa importante pieza. En ella se entregan superiormente los jabalcones citados que apean a los pares; de forma que, además, y bajo el tirante en la zona de apoyo de esta pieza, existe otra pieza sujeta con bridas al tirante, en claro refuerzo de ese punto. Dado que los jabalcones entregan allí sus cargas el conjunto parece obedecer a un refuerzo de la sección del tirante en este punto[158].

Un caso a mi parecer verdaderamente excepcional es el del sistema de armaduras que nos ha llegado sobre la nave central de Santa María in Cosmedin de Roma[159] (Fig. 181). Pese a las múltiples reconstrucciones y reparaciones que esta iglesia ha sufrido, cabe suponer que estas armaduras correspondan al siglo XII, o al menos su tipología, que es precisamente lo singular. Sus cerchas son dobles —pareadas— y siguen en todo el modelo que August Choisy expone como cerchas romanas tardías

August Choisy nos presenta una cercha romana tardía[160], que nos dice ser una cercha de la antigua basílica constantiniana de San Pedro del Vaticano. En realidad, son dos cerchas con pares, nudillo y tirante, adosadas y enlazadas a una pieza vertical dispuesta entre ellas a modo de pendolón. Todos los enlaces de las piezas están realizados con bridas de hierro, para no debilitar las uniones. Al ser dos las cerchas, las cargas soportadas pueden ser mayores y las piezas de menor sección. Así son las cerchas que nos llegan en Santa María in Cosmedin, un caso excepcional, que como hemos estudiado no se relaciona con las medievales, que como hemos visto son cerchas únicas. Es evidente la absoluta necesidad de profundizar en estos asuntos con investigaciones y estudios que iluminen mejor nuestro desconocimiento al respecto, dado el altísimo valor artístico de estas armaduras y su singularidad.

157 Ver supra, apartado 10.2.4., y nota 149.

158 La disposición de la pieza inferior al tirante se corresponde tambien con una solución de empalme del mismo si constara de dos piezas en función de la luz a cubrir.

159 Massimi, Giuseppe, *La chiesa di S. María in Cosmedin (in Schola Graeca)*. Roma, 1989.

160 Choisy, August, *El arte de construir en Roma*, o.c., pp. 132-135.

Respecto a España, no me ha sido posible encontrar testimonios seguros cronológicamente románicos de esta tipología, pese a mis dilatadas e insistentes búsquedas. La falta de estudios dendrocronológicos generalizados y de investigaciones sobre este asunto es total. Y ello, pese al nutrido grupo de iglesias existente.

Las iglesias que nos llegan del ciclo asturiano y mozárabe con armaduras vistas de madera han sufrido un altísimo grado de destrucciones y de constatadas reconstrucciones, con reposiciones totales de sus cubiertas en muchos casos conocidos[161]. Como sucede con algunas pequeñas iglesias que van desde la primera parte del siglo XI hasta el siglo XII, en Aragón, Cataluña y Andorra, lo que nos impide tomarlas como base de estudio. Sólo algún texto generalista que estudia estas cuestiones relacionadas con las armaduras con correas románicas se ha publicado[162].

10.3. LOS CIELOS RASOS DE MADERA ROMÁNICOS

Son pocos los casos de esta tipología, pero la importancia de algunos de ellos obliga a una referencia aunque sea breve. Ya expuse anteriormente que en los sistemas de cerchas continuas con tirante se han detectado restos de tablazones clavadas a la cara baja del tirante, tablazones que conformarían cielos rasos continuos de madera más o menos ricos en pinturas y tallas.

Dos ejemplos surgen espléndidos de entre ellos, el existente en la nave central de la capilla palatina de Palermo (Sicilia, primera mitad del XII) y de San Martín en Zillis (Los Grisones, Suiza, hacia 1100). En Palermo se conserva esta pequeña capilla palatina, de clara tipología basilical con arquerías sobre columnas, magníficamente revestida de mosaicos y pinturas, que conserva un estupendo techo de piezas de madera ensambladas, policromadas y talladas, que presenta dos calles centrales de casetones en forma de estrella de ocho puntas y laterales de mozárabes o estalactitas que lo entregan lateralmente a las importantes vigas de cierre. Es el mejor exponente de entre ellos y tiene una clara influencia musulmana. En Zillis, se conserva un techo plano con 153 paneles, de estupendas pinturas románicas datado hacia 1100. Nada puedo decir de la naturaleza de las armaduras en que se cuelgan estos espléndidos techos.

Techos sin policromar se han conservado, o son producto de reconstrucciones posteriores que conservan esta tipología, en Santa María de Lomello (Italia, primer tercio del XI); donde se tienden entre arcos diafragma, con la particularidad de que una potente viga central en

161 Manzanares Rodríguez, Joaquín, *Arte prerrománico asturiano. Síntesis de su arquitectrura*, Tabvlarium Artis Astvriensis, Oviedo, 1964. El autor protesta repetidamente sobre las irreflexivas intervenciones en estas iglesias, que entre otros, han transformado las pendientes originales de las cubiertas de parte de estos edificios.

162 Candelas Gutiérrez, Ángel L., «La carpintería de armar medieval», pp. 271-296, *La técnica de la Arquitectura Medieval*. Graciani, Amparo, Universidad de Sevilla, 2000, entre otros.

cada tramo, dispuesta transversalmente, los apea. En San Jorge de Praga se conserva otro que cubre toda su nave central, sostenido por cercanas vigas transversales y tres correas, conformando hoy plafones planos. En San Jorge de Oberzell (Reichenau, lago de Constanza, siglo XI), se conserva otro similar.

10.4. CUBIERTAS SOBRE ARCOS DIAFRAGMA

Este tipo de cubierta aparece muy pronto y tendrá una gran influencia en la arquitectura civil en la que se aplicará con mayor profusión por su sencillez y economía constructiva, a lo largo de muchos siglos.

Consiste en la construcción de faldones de cubierta con dos vertientes, sostenidas por correas de madera directamente apoyadas en muretes recrecidos sobre arcos diafragma[163], que pueden ser de medio punto o apuntados (Figs. 66 y 183). Estos muretes presentan las vertientes que han de recibir los faldones. Así, reciben correas dispuestas transversalmente que se empotran directamente en los muros. Estas correas son el soporte de pares colocados perpendicularmente a ellas, siguiendo la dirección del faldón y estos a su vez soportan los tableros de los faldones; o directamente las tejas. Colocándose en este último caso a las distancias necesarias para recibirlas, porque la teja se ha de apoyar en ellos, la configuración de estos faldones es una clara prolongación de uso con respecto a los utilizados en las arquitecturas de la antigüedad[164].

Un sistema sencillo y eficaz, que sólo requiere que la separación de los arcos diafragma sea compatible con la longitud y sección de las correas disponibles, para evitar que estas flechen ante el peso que deben de soportar. La utilización de este sistema en los dormitorios de los monasterios cistercienses nos proporciona excelentes ejemplos de su utilización. Como se ha estudiado, estos arcos diafragma entregan importantes empujes laterales que deben ser estribados por el sistema de muros, la prolongación apilastrada de los arcos hasta el suelo en su caso, y contrafuertes exteriores dispuestos en el plano de los arcos diafragma.

10.5. LAS CUBIERTAS SOBRE LAS NAVES LATERALES Y CABECERAS

Las cubiertas sobre las naves laterales de las iglesias románicas son un asunto mucho menos estudiado. Y son pocos los casos en que sus cronologías se han establecido con seguridad.

163 Ver capítulo 5.

164 Fundamentalmente se pone esto en evidencia en el templo griego y en las villas romanas, donde los parecillos no reciben normalmente una tablazón, sino directamente las tejas de cobertura (*tegulae* e *imbrex*). Para ello, aquellos se disponen a la separación adecuada para recibir las tejas y el tamaño de estas define esta separación máxima.

Traigo a colación un ejemplo de armaduras sobre una nave lateral, estudiado por Frédéric Épaud[165] (Fig. 185), que el investigador considera la única conservada en Francia de la segunda mitad del siglo XII. El sistema está formado por «semicerchas» muy próximas unas a otras, paralelas y continuas, que tienen un par con un puntal a 45° que lo apea en su centro y se entrega al muro conjuntamente con el tirante en la base inferior de la cercha; el tirante estriba los empujes horizontales que entregan en su base el par y el puntal; hay tres puntales rectos más, uno adosado a la cara del muro interior del espacio que cubre la cercha. Directamente sobre los pares se clava la tablazón; los tirantes conservan huellas de tener una tablazón inferior que cubría el espacio de la nave; las piezas están simplemente apoyadas o empotradas en los muros.

Otro ejemplo es el de Germigny des Prés (Fig. 184, Loire, Francia, para la reforma de las cubiertas segunda mitad del siglo XI). Aquí pares cercanos que se entregan superiormente a soleras semiempotradas en el muro y sostenidas por algunas mensulitas de piedra, sostienen correas y tablazón, mientras que tirantes alternados compensan los empujes entregados. Es esta una organización básica de estas cerchas que veremos desarrollada en siglos posteriores. De forma que se suprimirán los puntales rectos, quedando los pares y el tirante.

Es fundamentalmente en Italia, donde los podemos ver, conformando sistemas vistos de cerchas separadas y soportando correas. Pero la inseguridad cronológica, salvo en algún caso que citaré, impide generar afirmaciones seguras. Aunque la persistencia del tipo a lo largo de los siglos es constatable. Tales son los casos, entre muchos otros, de las existentes en la abacial de San Silvestre de Nonantola (Fig. 186, Módena, Italia, siglo XII), en la que obedecen a una reconstrucción del siglo XVIII; o en San Pietro d'Agliate (Fig. 187, Milán, Italia, siglo XI), en las que las armaduras denuncian por su excelente estado una más o menos reciente ejecución. Es decir, en las reconstrucciones parece haberse seguido la tipología existente. En la mayor parte de los casos la inseguridad cronológica es manifiesta.

No obstante, vemos que cuando estas armaduras vistas están policromadas y talladas, en correspondencia con las que cubren las naves centrales y en iglesias en que su cronología es claramente románica, son soluciones parecidas al sistema descrito las que existen. Cito algunos casos como el de las armaduras conservadas en San Miniato al Monte (Florencia, hacia 1070), magníficamente policromadas, sobre mensulitas; son cerchas separadas que soportan correas, en las que sobre el tipo descrito de par, puntal inclinado y tirante, se dispone un puntal recto bajo el encuentro puntal-par, que carga sobre el tirante. Y el de la catedral de Mesina (Sicilia, siglo XII).

Pero más utilizado para cubrir estas naves laterales fue el sistema de disponer sólo pares paralelos, según la inclinación del faldón, soportando correas y la tablazón. Cronológica-

165 Épaud, Frédéric, *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, o.c., pp. 149-150. Es la armadura que cubre la nave lateral de la iglesia de la leprosería de Saint Lazare, en Beauvais, mediados del siglo XII; que es considerado por el autor «(...) En France, le seul exemple connu de charpente romane conservée sur des bas-côtés (...). Un autre exemple est connu en Belgique, sur les bas-côtés de la collégiale Saint Vincent de Soignies, datées de 1185-1200 (...)».

mente seguro es el sistema de pares que cubre las naves laterales de la capilla palatina de Palermo (Fig. 188, Sicilia, siglo XII) o la catedral de Monreale (Sicilia, siglo XII), magníficamente policromadas y talladas. En el presbiterio y brazos del crucero de Monreale podemos ver vigas dispuestas longitudinalmente que configuran una cubierta a dos aguas (Fig. 191), todo el conjunto estupendamente policromado y tallado.

De la misma manera en España, las citadas iglesias de San Juan del Mercado (Fig. 189, Santo Tomé de Ávila y Xunquera de Ambía, conservan sistemas de pares sencillos y sin policromar cubriendo sus naves laterales. Como en los más arriba citados ejemplos de las iglesias de Tahull (Fig. 182). Si como se ha dicho, sus cronologías pertenecen verdaderamente a época románica.

Respecto a las cabeceras de las iglesias, bien sus ábsides sean semicirculares o poligonales, son sistemas similares de «medias cerchas» las que los cubren. Estas cerchas se reciben en el plano de la embocadura de la nave o del coro con una cercha similar a la que cubre la nave, reforzada adecuadamente para recibirlas.

10.6. SOBRE LAS PIEZAS DE COBERTURA

Una cuestión mal conocida es la naturaleza y disposición de los elementos de cobertura utilizados en las cubiertas románicas. La investigación es difícil, ya que los testimonios arqueológicos contrastados son muy escasos y frecuentemente encontrados fuera de su contexto, y en general su cronología es notoriamente incierta; como corresponde a materiales tan expuestos y continuamente renovados. No obstante se comienzan a estudiar estas cuestiones[166]. Ya en la baja antigüedad y en época carolingia se detecta el uso de tejas de cerámica de tradición romana formadas por *tegulae* e *imbrex* sin antefijas[167]; tejas de bronce son mencionadas por Gregorio de Tours; también Choisy hace una breve referencia a este asunto[168], citando ejemplos de utilización de láminas de metal (de estaño en Saint Martín de Tours); y en las excavaciones de la catedral de Rouen se encontraron tejas de plomo de configuración análoga a la tegulae de cerámica. No obstante para el siglo XI hay muy pocos datos, hay que esperar a los siglos XII-XIII, sobre todo con las producciones de los monasterios cistercienses, para tener más restos contrastados.

Las cubiertas de material vegetal cuentan con una tradición de la mayor antigüedad. Se encuentran ya en las primeras sencillas iglesias de Irlanda, cubiertas por estos materiales so-

166 Bessac, Jean Claude y otros, *La construction, les materiaux durs: pierre et terre cuite*. 1999, Éditions Errance, pp. 149-164; Épaud, Frédéric, *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, o.c., pp. 121-131; Hoffsummer, P., *Les charpentes du XI au XIX siécle. Grand ouest de la France. Typologie et évolution*, o.c., pp. 209-232; Froidevaux, Yves-Marie, *Techniques de l'architecture ancienne*, o.c., pp. 57-85.

167 Bessac, Jean Claude y otros, *La construction, les materiaux durs: pierre et terre cuite*, o.c.

168 Choisy, Auguste, *Historia de la Arquitectura*, o.c., Tomo I, p. 413.

bre estructuras de entramados de madera, hacia el siglo VII. Su utilización fue largamente intemporal, sobre todo en las construcciones y pequeñas iglesias rurales; como en ciudades, en las que hacia el siglo XIII se emiten decretos de prohibición de su uso ante los repetidos incendios. Requieren pendientes de 50°-60° y se utiliza para ellas el material circundante, cañas, retama, centeno, paja...

La tablazón de madera, material accesible y barato, tuvo un uso inicial muy extendido. Se conocen algunos testimonios desde finales del siglo X, y su utilización se prolonga en toda la Edad Media. Son tablas de 70-90 x 20 x 1,5-3 cm como medidas medias, clavadas sobre los pares y fuertemente solapadas, cuyo poco peso favorece la ligereza de las armaduras.

Podemos constatar la pervivencia de esta utilización en las iglesias de Escandinavia de postes y entramados de madera o Stavkirker, anteriormente descritas, Urnes y Borgund, entre otras (Noruega, mediados del siglo XII); sus faldones escalonados de cubiertas se cubren con piezas triangulares de madera de buen tamaño, que se clavan a la tablazón de soporte y se aparejan a modo de tejas de castañuela. En ocasiones cubren también parte de sus muros. Su uso se prolonga en los siglos posteriores.

Las tejas de cerámica, como se ha dicho más arriba, se utilizan desde la baja antigüedad como prolongación de su uso en las cubiertas romanas (*tegulae* e *imbrex*), pasando su *imbrex* a adoptar la forma curva al modo de una teja «árabe», como se testimonia ya desde los siglos X y XI (Fig. 192). Una antigua representación de tejas de tipología «árabe», la vemos en una miniatura del Beato de Tábara, del siglo X[169]. En todos los casos sus pendientes son moderadas, fijando las tejas a la tablazón de base o a las subcapas de argamasa ciclópea sobre las bóvedas, con pellas de argamasa. Estas tejas de cerámica parecen avalar una producción propia, aunque reducida y vinculada a la existencia de alfares próximos en los que además se producían objetos cerámicos para otros usos más cotidianos, al menos en Francia[170]. En un principio estas tejas, bien se tendieron siguiendo la tradición romana de colocarlas directamente sobre los pares, bien sobre tableros de madera.

A finales de este mismo siglo se detecta el uso de tejas de cerámica planas con orificios superiores para ser fijadas con clavos a la tablazón de base; son de formato aproximadamente de 30 x 20 cm, y en el siglo XIII se esmaltan para conferir en los faldones color y formar sencillos dibujos geométricos. Ahora las pendientes son mayores y en no pocos casos la tablazón de base tiene solapadas sus tablas o es sustituida por piezas de madera convenientemente separadas en las que se clavan las tejas. La teja cerámica supone un creciente peso sobre las armaduras con respecto a los materiales anteriormente descritos. En el sur de Europa la teja es de mayor utilización.

169 Beato de Tábara, cod. 1097 B, fol. 172 v., Archivo Histórico Nacional de Madrid. Ver: Galtier Martí, Fernando, «O Turre Tabarense alta et lapidea...» *XXXIV Corso di cultura sull'arte ravennate e bizantina*, Universitá degli studi di Bologna, 1987.

170 Ver supra, nota 161.

A este respecto, Viollet le Duc ha descrito la evolución de las tejas de cumbrera de estas cubiertas que ya desde mediados del siglo XII comienzan a presentar sencillos tetones o «boutons», asunto que evolucionará en siglos posteriores con elaboradas piezas talladas de piedra o metal, coronando las cumbreras de las cubiertas[171]. Es del mayor interés la razón que Viollet aduce para la disposición de estas auténticas cresterías sobre la cumbrera de las cubiertas, que cobijan en la mayor parte de los casos la unión superior de los pares de las armaduras que las sostienen; con este sobrepeso sobre la unión superior de los pares, esta unión es más estable.

La piedra y la pizarra son materiales profusamente utilizados, bien que más tardíamente; las primeras menciones corresponden a principios del siglo XII, generalizándose su uso desde finales de este siglo.

Se presentan con diversas variantes, una es en forma de losas brutas de formato grande irregular de 4-7 cm de espesor, sin apenas trabajar, dispuestas sobre pendientes moderadas y fijadas con pellas de argamasa. A partir de mediados del siglo XII, se contrastan losas de piedra y lajas de pizarra talladas de formato más o menos rectangular tomadas con argamasa y aparejadas adosándose unas a otras con importantes solapes longitudinales (Figs. 194 y 195); o con orificios superiores y clavadas sobre el soporte cuando la pendiente del faldón lo exige. Este sistema se generaliza desde mediados del siglo XII y en siglos posteriores. En cualquier caso, el peso sobre las armaduras es importante y obligó a diseñarlas de la manera adecuada.

Un caso que creo interesante recordar aquí es el que encontré en el ábside de la iglesia de San Fructuoso de Barós (Jaca, Huesca, siglo XII). Durante las obras de restauración que pude dirigir, al retirar las lajas de pizarra de la cubierta del ábside, aparecieron restos de losas de piedra de una cubierta anterior previsiblemente originales. Estas losas eran regulares de tamaño, bien cortadas, solapadas y aparejadas. Pero lo importante es que se empotraban en una roza practicada en el muro testero de la nave. Una perfecta solución para evitar la infiltración de agua en estos puntos tan complicados. Se realizó el necesario estudio arqueológico al respecto, del que nada he podido saber.

Cuando estas losas de piedra se disponen sobre capas de argamasa, directamente tendidas sobre las bóvedas, su porosidad favorece la absorción del agua de lluvia y su transmisión a las subcapas de argamasa, con los consiguientes efectos, como Viollet le Duc ya había observado[172], cuestión que no sucede con la pizarra, mucho más compacta e impermeable. Este problema llevará ya en los inicios del gótico a adoptar soluciones crecientemente complejas, como la de disponer estas losas de piedra sobre vigas de piedra sostenidas por pequeños arcos, que separan las losas del extradós de las bóvedas, buscando crear una cámara de aire que facilite el secado de las losas y evite la transmisión de humedad a las bóvedas[173].

171 Viollet le Duc, E. *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e^ au XVI^e^ siècle*, voces: «faitière» y «crête». Ver en Internet y con este título *La Bibliothèque libre*.

172 Viollet le Duc, E., *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle*. Ver en Internet y con este título *La Bibliothèque libre*.

173 Ver supra, nota 166.

Una singular variante sobre este tipo de piezas de cobertura, que por otra parte se da en lugares muy localizados, es la de piezas de piedra talladas más o menos en forma piramidal y de pequeño tamaño, aparejadas ingeniosamente entre sí para lograr su estabilidad, tomadas con argamasa y conformando estrechas juntas. Tales ejemplos los podemos ver de forma espectacular en las cubiertas con fuertes pendientes de la llamada cocina del monasterio de Fontevraud (Fig. 197, Francia, siglos XI-XII), en la que estas piezas se colocan alternadamente invertidas, encajándose así unas en otras; o cubriendo los torreoncitos de la fachada occidental de Notre Dame la Grande (Fig. 43, Poitiers, Francia, siglo XI).

En la catedral románica de Zamora (España, 1151-1174), vemos una variante sobre este sistema. Su cúpula sobre el crucero, sus cuatro torreoncitos angulares y los cuatro frontoncillos que la completan, se cubren con pequeñas piezas de piedra talladas, aparentemente son en forma de castañuela o lágrima. Pero que realmente son piezas de piedra en las que se ha tallado esa castañuela, que se adosan unas a otras. Esto se puede comprobar viendo el despiece de estas piezas y sus juntas, que no se corresponden con el solape e independencia que deberían tener estas tejas de castañuela, si fueran verdaderas plaquitas de piedra correctamente aparejadas. Abunda en esto el estudio que sobre este asunto efectuó Elie Lambert para la Torre del Gallo o cimborrio de la catedral vieja de Salamanca (Fig. 196, España, siglo XII), que presenta análoga conformación y tipo de piezas de cobertura que en Zamora, con cúpula algo más apuntada. La plementería de esta bóveda es de tres hojas, con núcleo interior de mampostería y las piezas que estudiamos corresponden a su hoja exterior, que son macizas[174]. La cubierta de la sala capitular de la catedral de Plasencia (España, siglo XII), presenta este tipo de piezas de piedra.

Estas piezas de castañuela aparecen también ocasionalmente en algunos capiteles y de forma notoria en «las cubiertas» del sepulcro y el espléndido cenotafio que lo cubre de los Santos Niños Vicente, Sabina y Cristeta, labrado por Fruchel a finales del siglo XII (Fig. 198), que se conserva en la iglesia de San Vicente (Ávila, España, siglo XII).

Con respecto a la utilización de planchas metálicas para cubrir iglesias románicas, se han citado más arriba algunas referencias; de estaño en San Martín de Tours, las de bronce citadas por Gregorio de Tours; y las tejas de plomo en la catedral de Rouen. La documentación hace referencia a algunas cubiertas de plomo que van de la segunda mitad del siglo XI hasta el XIII[175], ninguna de ellas se ha conservado.

A este respecto, se ha expuesto como ejemplo probable de este tipo de cubiertas para la época románica, la cubierta gótica del siglo XIII de planchas de plomo de la catedral

174 Lambert, Elie, *El Arte Gótico en España. Siglos XII y XIII*, pp. 62-63. Cátedra, 1977.

175 Épaud Frédéric, *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, o.c., pp. 128-131. Son citadas las de la catedral de Coutances (1049-1093), Cantorbery (1184), Fécamp (1110), entre otras.

de Chartres, que Viollet le Duc, afirmó ver y estudiar en 1835[176], y que creyó era la original del siglo XIII. Pero hoy conocemos bien que la cubierta que estudió Viollet se realizó en el año 1824[177].

No obstante parece adecuada una breve referencia (Fig. 199). Eran tablas de madera dispuestas según la inclinación del faldón de 2,50 x 0,60 m aproximadamente, revestidas de una plancha de plomo de 4 mm de espesor y clavadas superiormente en una tablazón de madera fuertemente solapada. Las juntas laterales de estas planchas de plomo se enrollaban longitudinalmente entre sí con espesores de hasta 4 cm de diámetro; en el borde inferior presentaban ganchos de hierro para fijarlas frente a la acción del viento a la plancha inferior. Todas las planchas tienen solapes longitudinales y no laterales, cuya estanqueidad se logra con aquellos enrollamientos de la lámina de plomo.

Pese a los serios problemas que presentan estas tejas de plomo, por su peso y dilatación, debieron de utilizarse desde finales del siglo XII, en el XIII y en épocas posteriores. Pero no tenemos testimonios de ellas para el periodo románico.

Terminaré este apartado diciendo que, en lo románico, la eliminación del agua recogida por los faldones se realiza por su caída natural desde los mismos, sin la existencia de canalones impertinentes.

176 Viollet le Duc, E., *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e^ au XVI^e^ siècle*, Paris, t. VII, 1854-1868, voz «plomberie», p. 212.

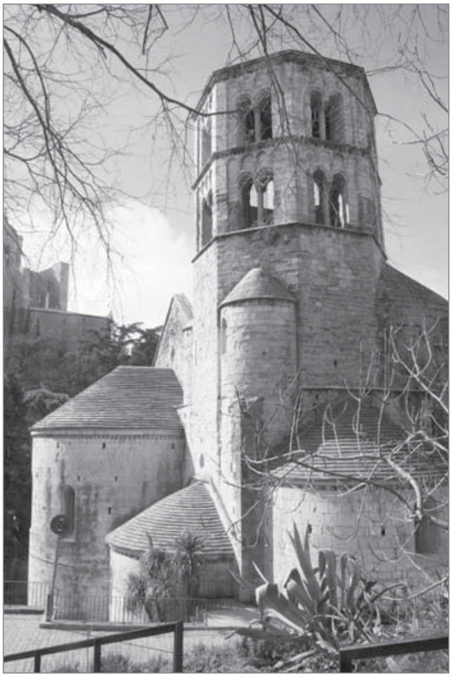
177 Diane Daussy, Stéphanie, «De l'apport du Dictionnaire raisonné de Viollet le Duc à la connaissance de l'ancienne couverture en plomb», en Timbert, Arnaud, *Chartres. Construire et restaurer la cathédrale, XI^{e}-XXI^{e} siècles*. Presses Universitaires de Septentrion, 2014, pp. 335-359.





Figs. 159 y 160. ABACIAL DE SANTA MARÍA DE OBARRA (Huesca, primer tercio del siglo XI). **Arriba.** Cabecera. **Abajo.** Vista del trasdós del conjunto de las bóvedas de arista que cubren su nave sur con las capas de compresión de argamasa, durante las obras de reconstrucción de 1960-1970.

Fotos: Roberto Benedicto 2010. José Tricás. 1965.

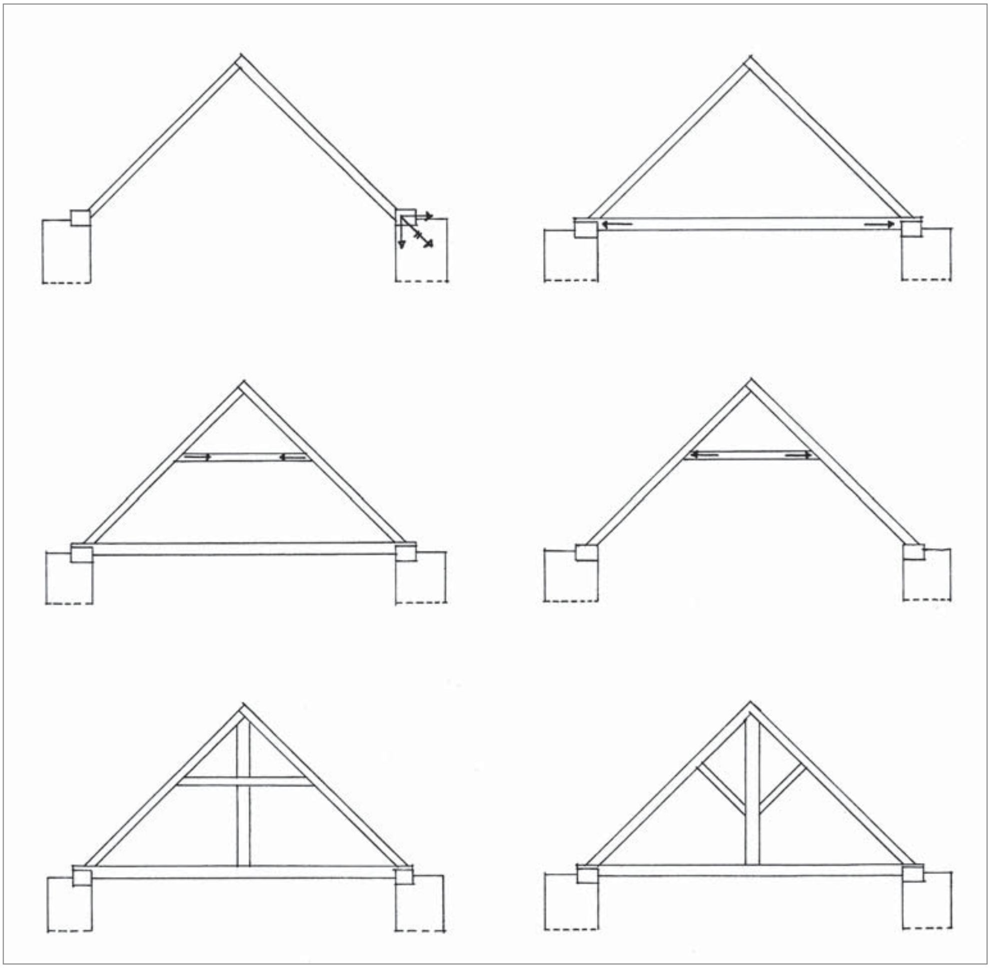


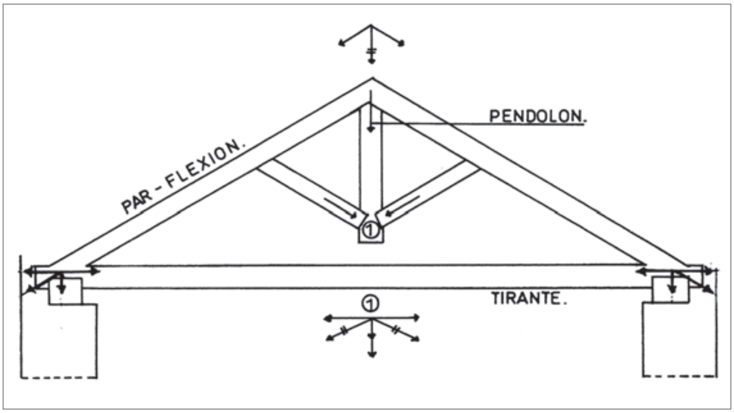




Figs. 161, 162 y 163. Arriba izquierda. SAN PEDRO DE GALLIGANS (Gerona, España, siglo XI-XII). Cabecera de la iglesia con ábsides abiertos al transepto. Notar cómo el ábside central está notablemente peraltado y su cubierta se adapta a esto con un tramo recto a dos aguas enlazado con la cubierta cónica del ábside. **Arriba derecha.** SAN MIGUEL, CATEDRAL DE LA SEO DE URGEL (Lérida, España, siglos XI-XII). Cabecera. Ver la cubierta sobreelevada del coro atrofiado, dispuesta en degradación entre la cubierta de la nave y la del ábside y como las de los ábsides laterales se interrumpen en su encuentro con el ábside central. Además ver la tipología de las ventanas y la característica articulación de los paramentos de los ábsides con lesenas y arquillos lombardos. **Abajo.** ABACIAL CISTERCIENSE DE FONTENAY (Francia, siglo XII). Cabecera con los característicos ábsides rectos cistercienses del primer momento. Todos los ábsides tienen bóvedas de medio cañón apuntado lógicamente cubiertos a dos aguas. Ver la tipología de sus ventanas.

Fotos: Roberto Benedicto. 2010-1998-2007.





Figs. 164 y 165. Arriba. SISTEMAS DE ARMADURAS SENCILLAS DESCRITAS EN EL TEXTO. **Abajo**. CERCHA CON PENDOLÓN Y JABALCONES. EN NUESTRA TIPOLOGÍA ACTUAL.

Dibujos: Roberto Benedicto. 2013-2001.

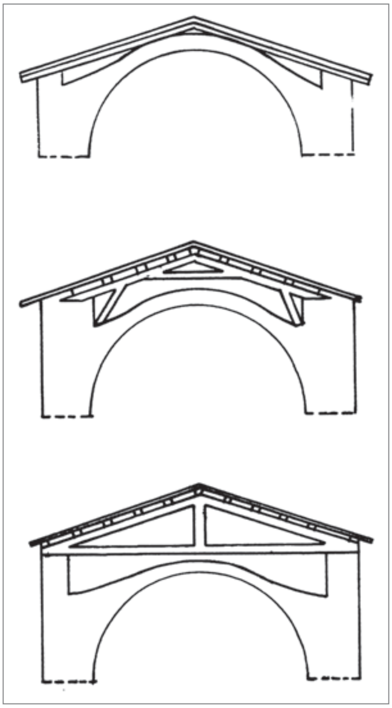
Figs. 166, 167 y 168. Arriba. MONASTERIO DE FONTEVRAUD (Francia). Sistema de armaduras tardío (siglo XV), que cubre la planta alta del edificio destinado antiguamente a dormitorios sin tirante entre cerchas con tirante. Todas tienen nudillo y pendolón sujetando el tirante. **Abajo izquierda.** ARMADURA TARDÍA DE PAR E HILERA CON TIRANTES NO CORRESPONDIENTES CON LOS PARES. Palacio de los Papas de Avignón (Francia, siglo XIV). **Abajo derecha**. ARMADURA DE PAR E HILERA. Monasterio de Lagrasse (Francia, cronología no bien conocida).

Fotos: Roberto Benedicto. 2014-2000.



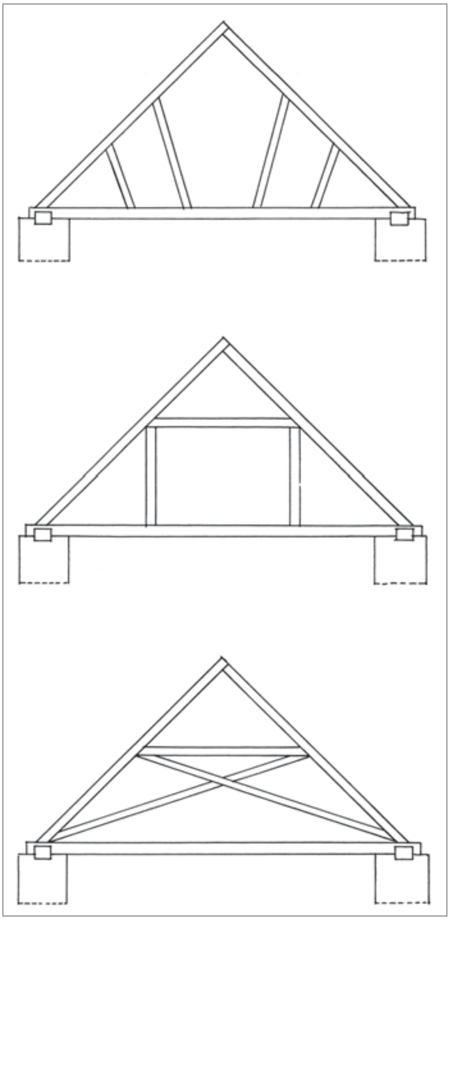




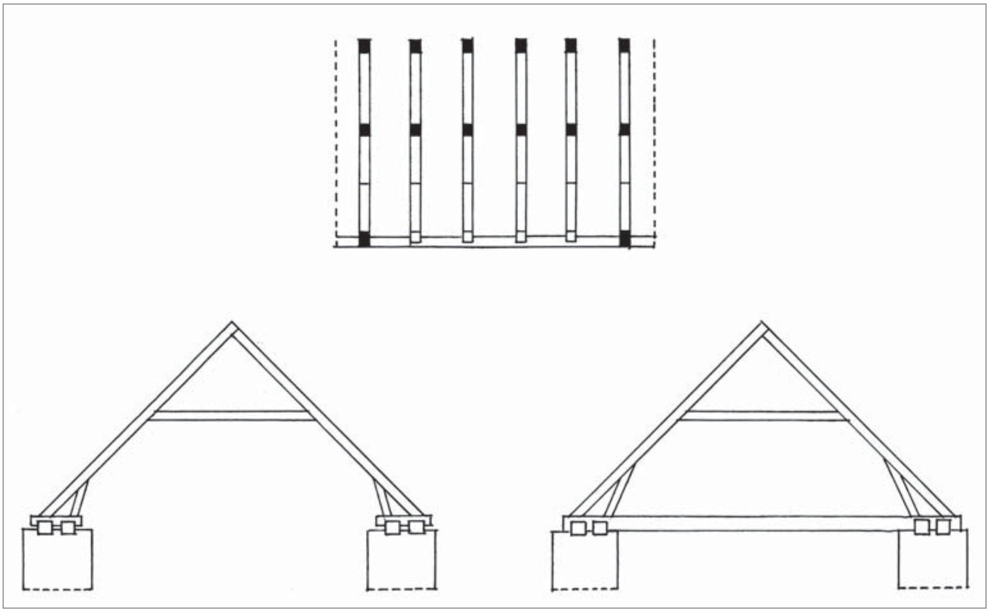


Figs. 169, 170 y 171. Izquierda. CROQUIS DE LOS DIBUJOS REALIZADOS POR AUGUSTE CHOISY. Comentados en el texto. **Derecha.** CERCHAS COMENTADAS EN EL TEXTO. **Abajo izquierda.** SANTO TOMÉ (Ávila, España, siglo XII). SISTEMA DE ARMADURAS EN TRAMOS SOBRE SU NAVE CENTRAL. Con inseguridad en su cronología.

Dibujos y foto: Roberto Benedicto. 2000-2013.



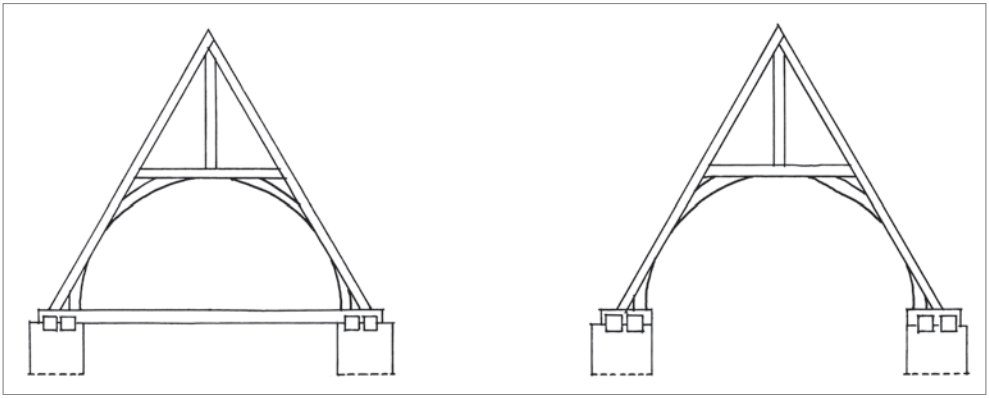


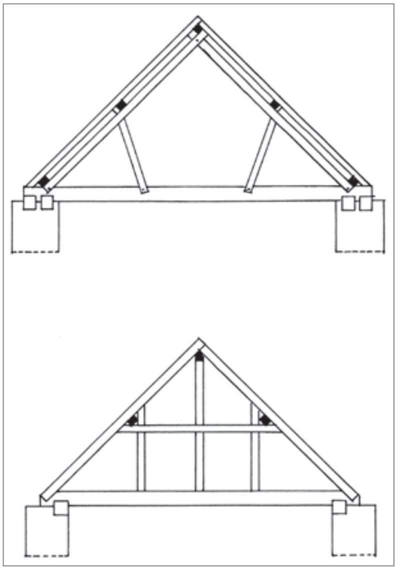




Figs. 172 y 173. Arriba. SISTEMA DE CERCHAS EN TRAMOS. Alzado de los tipos de cerchas y sección longitudinal de un tramo. Ver el apoyo estudiado en el texto de las cerchas sin tirante en el muro. **Abajo.** SAN JUAN DEL MERCADO (Benavente, España, siglo XII). Sistema de armaduras en tramos sobre su nave central, con inseguridad en su cronología.

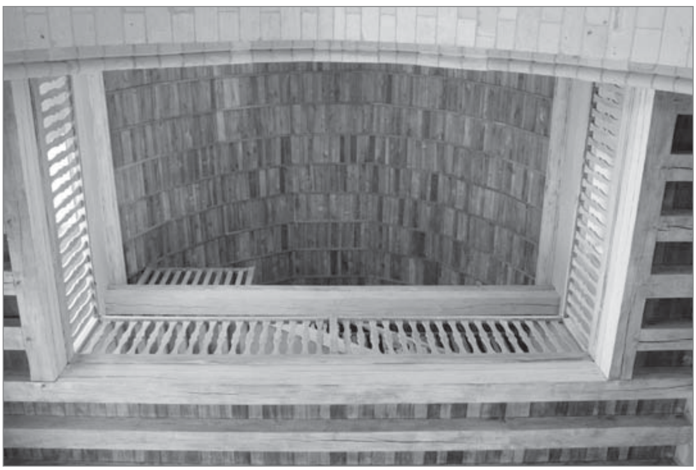
Dibujos y foto: Roberto Benedicto Salas. 2013.

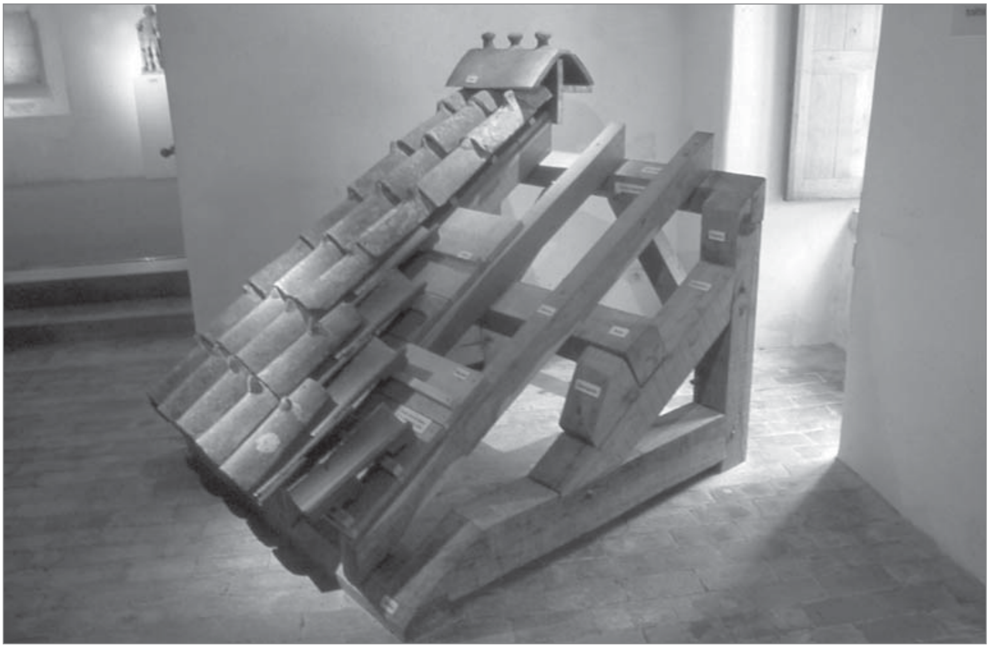


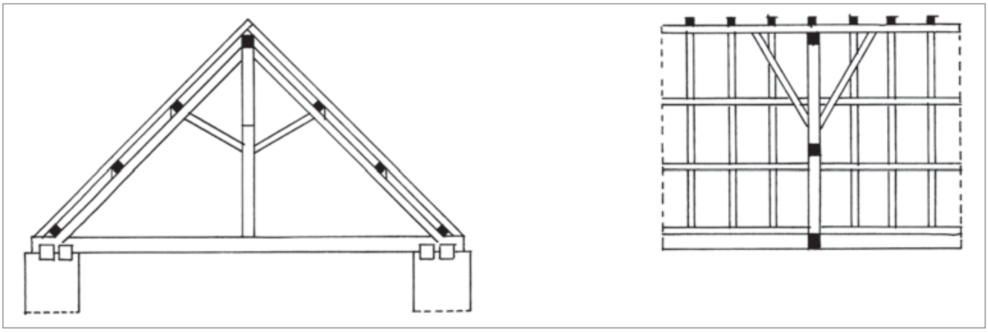


Figs. 174, 175 y 176. Arriba. SISTEMA DE CERCHAS PARALELAS Y CONTINUAS EN TRAMOS CON FALSA BÓVEDA. **Centro.** SISTEMA DE CERCHAS CON CORREAS. **Abajo.** ABADÍA DE FONTEVRAUD (Francia, siglo XII). Iglesia de San Miguel. Aspecto de la cubierta del siglo XV, sobre los pies de esta pequeña iglesia.

Fotos y dibujos: Roberto Benedicto Salas. 2013-2005. En el centro, croquis aproximados a estas dos cerchas seleccionadas entre las que Frédéric Épaud, incluye en su texto: *De la charpente romane à la charpente gothique en Normandie*, o.c., que corresponden a Hermonville (Marne, 1180) y a Warkuis (Oise, siglo XII).

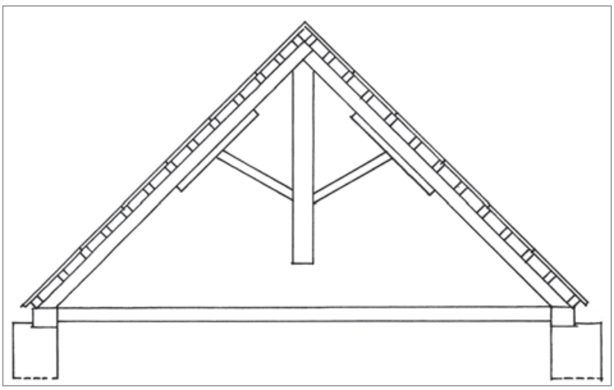






Figs. 177, 178 y 179. Arriba. MAQUETA DE UNA CUBIERTA DE CERCHAS CON CORREAS. MUSEO DEL MONASTERIO CISTERCIENSE DE FONTENAY (Borgoña, Francia, siglo XII). Zona de apoyo de la cubierta, con cercha, correas, pares, tablazón y tejas ya de tipología totalmente «árabe», de un lugar no determinado. **Centro.** CERCHA CON CORREAS. Alzado y sección longitudinal con su sistema de arriostramiento longitudinal**. Abajo.** DIBUJO SOBRE LA CERCHA DEL MONASTERIO DEL SINAÍ.

Dibujos y foto: Roberto Benedicto Salas. 2013-2010.



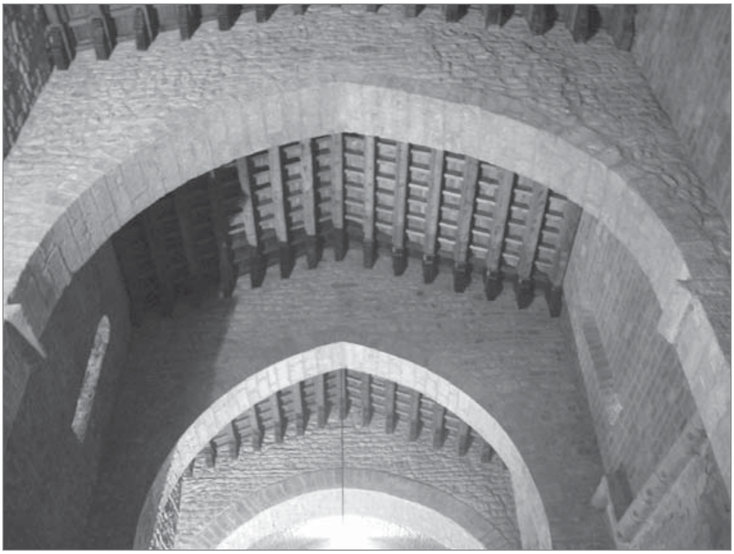




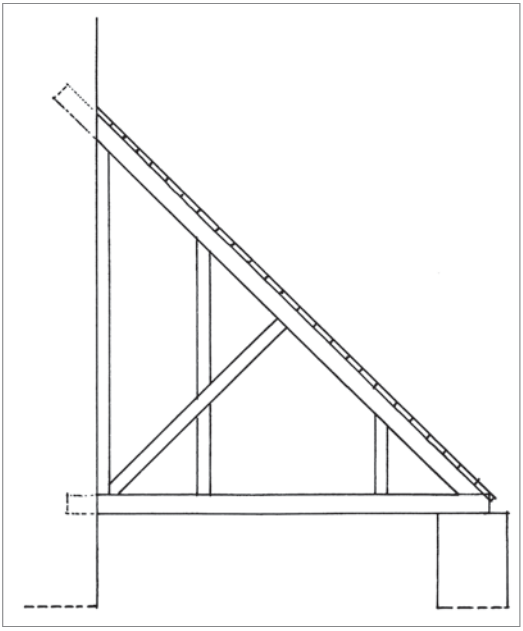


Figs. 180, 181 y 182. Arriba izquierda. CATEDRAL DE MONREALE (Sicilia, siglo XII). Vista de las armaduras sobre su nave ecntral. **Arriba derecha.** SANTA MARÍA IN COSMEDIN (Roma, para las armaduras probablemente siglo XI). **Abajo.** SAN CLEMENTE DE TAHULL (Lérida, España, primer tercio del siglo XI).

Fotos: Roberto Benedicto Salas. 2010.







Figs. 183, 184 y 185. Arriba. SAN MIGUEL, CATEDRAL DE LA SEO DE URGEL (Lérida, España, siglos XI-XII). Cubierta sobre arcos diafragma apuntados de su nave, reconstruida. Ver cómo la tablazón se apoya sobre los pares y estos en las correas. En este caso las correas se reciben en mensulitas ligeramente voladas que colaboran a acortar su luz. **Abajo izquierda.** GERMIGNY DES PRÉS (Loire, Francia, para las armaduras mediados del XI). Armaduras sobre la nave lateral sur. **Abajo derecha.** CROQUIS Sobre lo explicado por Frédéric Épaud sobre estas armaduras referenciadas en el texto.

Dibujo y fotos: Roberto Benedicto Salas. 2010-2005.



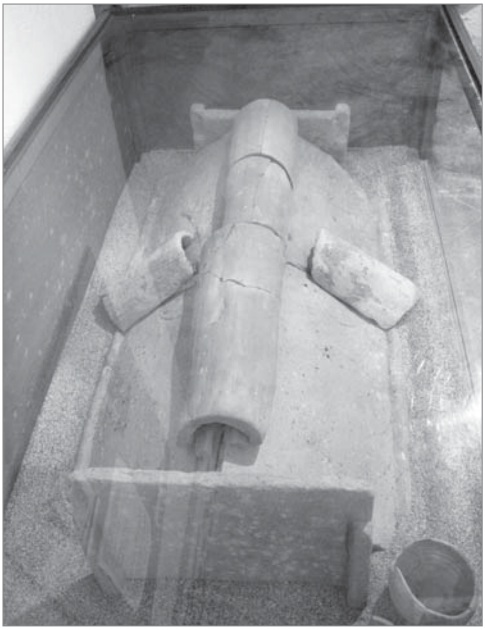


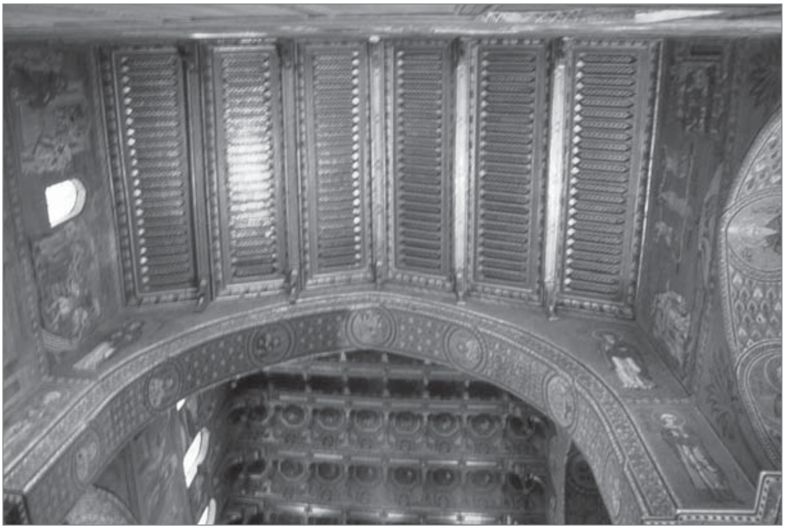


Figs. 186, 187 y 188. Arriba. ABACIAL DE SAN SILVESTRE DE NONANTOLA (Módena, Italia, siglo XII). Armaduras reconstruidas en el siglo XVIII en la nave lateral sur. **Abajo izquierda**. SEMICERCHAS SOBRE LA NAVE LATERAL NORTE DE SAN PIETRO IN AGLIATE (Milán, siglo XI). **Abajo derecha.** SAN CLEMENTE DE TAHULL (Lérida, España, siglo XII). Pares reconstruidos.

Fotos: Roberto Benedicto Salas. 2010-2013.



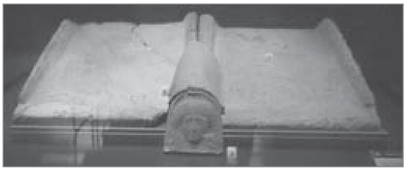




Figs. 189, 190 y 191. Arriba izquierda. SAN JUAN DEL MERCADO (Benavente, España, siglo XII). Pares sobre la nave lateral norte. **Arriba derecha.** TEJAS ROMÁNICAS. MUSEO DE ELNA (Rosellón, Francia). Ver el detalle de la cumbrera de un sistema de tejas románicas de tipo árabe, sobre un tablero de losas de piedra. La solución propuesta no es coherente, ya que las tejas árabes que se disponen cubriendo las juntas de las losas no se entregan correctamente a las tejas de cumbrera. **Abajo.** CATEDRAL DE MONREALE (Sicilia, siglo XII). SISTEMA DE ARMADURAS. Sobre el brazo sur del transepto. Magníficas vigas policromadas y talladas soportan correas y faldones a dos vertientes.

Fotos: Roberto Benedicto Salas. 2010-2013.





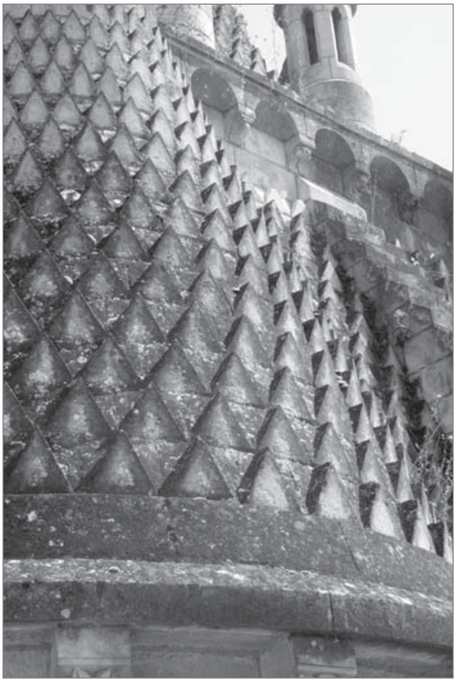


Figs. 192, 193 y 194. Arriba. TEJAS ROMÁNICAS. MUSEO DE SAINT BENIGNE DE DIJÓN (Francia). Ver las piezas inferiores iguales que las *tegulae* romanas y la teja ya de tipología «árabe» que cubre la junta y sustituye al *imbrex* romano. **Centro.** TEJAS ROMANAS CON *TEGULAE* E *IMBREX*. Museo Provincial de Zaragoza. **Abajo.** CATEDRAL DE ANGOULÊME (Francia, siglo XII): Losas de piedra sobre un absidiolo.

Fotos: Roberto Benedicto Salas. 2005-2014.







Figs. 195, 196 y 197. Arriba. CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (siglo XI). Faldones reconstruidos sobre la cubierta de la nave central, que aparecieron al retirar los de teja. Son de losas de piedra. Vista hacia los pies de la catedral. **Abajo izquierda.** CIMBORRIO DE LA CATEDRAL DE SALAMANCA (España, siglo XII). Ver cómo la cúpula y los torreoncitos están cubiertos con tejas de piedra de castañuela. **Abajo derecha.** CUBIERTA DE LA COCINA DE FONTEVRAUD (Francia, siglo XII). Ver el detalle de las piezas piramidales de piedra que la cubren y su disposición aparejada.

Fotos: Roberto Benedicto. 2010-2014.





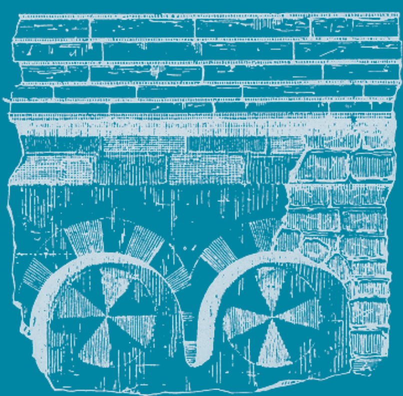
Figs. 198 y 199. Arriba. CENOTAFIO DE LOS SANTOS NIÑOS VICENTE, SABINA Y CRISTETA (San Vicente, Ávila, España, siglo XII). Ver las tejas de castañuela talladas en la cubierta inferior del cenotafio, que se repiten en la que cubre el conjunto. **Abajo.** CATEDRAL DE CHARTRES. Ver el faldón norte de la cubierta actual de piezas de plomo, siglo XIX, que refleja bien con las variaciones naturales, cómo pudieron ser las cubiertas de plomo medievales.

Fotos: Roberto Benedicto. 2012-2014.

CAPÍTULO 11

LOS ACABADOS DEL ESPACIO ROMÁNICO.

LAS PINTURAS DE JUNTAS POLÍCROMAS, LOS REJUNTADOS Y LA UTILIZACIÓN DEL COLOR DEL MATERIAL



La estructura y el edificio así construido por el maestro románico, era la parte fundamental de esta arquitectura, un logro extraordinario. Pero que no podemos entender sin las pinturas que le acompañaban, que definían y completaban su espacio y su significación.

Como todos conocemos, y afortunadamente, se conservan magníficas y gloriosas pinturas románicas al fresco o con otras técnicas, sobre los paramentos interiores de algunas iglesias románicas; de la misma manera que ricas policromías o sus restos, sobre capiteles, relieves, sarcófagos, cenotafios, etc., como en las portadas exteriores y claustros; policromías que enriquecen y dan calidad a los temas esculpidos resaltando los mensajes que se transmiten al pueblo fiel. No es este asunto objeto de estudio en el presente trabajo, pero sí otro tipo de pinturas y revestimientos murales, de carácter geométrico o que representan despieces, ajustados o no a los naturalmente existentes en los paramentos interiores y exteriores de los muros, de los que nos llegan algunos mínimos restos.

Ya Viollet le Duc, realizó un extenso y genérico estudio sobre la pintura en la Edad Media,[178] con su estilo de redacción algo sobrecargado. Puig i Cadafalch en 1930 publicó igualmente una aproximación a este muy poco frecuentado asunto[179]. Desde entonces, y en los últimos decenios sobre todo, la investigación está progresando en el estudio de estos asuntos.

Ese ambiente sombrío que caracteriza hoy al espacio interior románico, no fue tal en un buen número de casos, fue un espacio mucho más luminoso, en el que el muro se «desmaterializaba» en función de estas pinturas (y de los frescos), lográndose modificar en parte la percepción de las formas arquitectónicas subyacentes o subrayándolas con nuevos ritmos. Bien que no debemos olvidar que el valor de los muros de piedra bien tallada fue asunto también de gran importancia. Así, la relación de la luz en el espacio románico y su ambiente interior fue potenciada por estas pinturas con una puesta en valor que hemos perdido.

La recuperación de las pinturas interiores originales de mediados del siglo XIII, no románicas, que en el momento de redactar estas líneas se está llevando a buen término en la catedral de Chartres, es un ejemplo claramente definitorio a este respecto[180]. En Chartres, a partir de los restos encontrados y bien contrastados y estudiados de las primeras pinturas que

178 Viollet le Duc, E., *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle,* voz «peinture». Ver en Internet y con este título *La Bibliothèque libre*.

179 Puig i Cadafalch, *La geografia i els origens del primer art romànic*, pp. 437-450, Memories, vol. III, Institut d'Estudis Catalans, 1930, Barcelona.

180 Ver especialmente: Deremble, Jean-Paul, «La restauration des revêtements de la cathédral de Chartres: pour un revêtement de lumière», en Timbert, Arnaud, *Chartres. Construire et restaurer la cathédrale XI-XXI s.*, pp. 363-373, Presses Universitaires de Septentrion, 2014.

cubrieron los paramentos interiores de los muros, bóvedas y elementos estructurales a mediados del siglo XIII, se están reproduciendo. Ya se ha terminado con el presbiterio, girola, crucero y transepto y se está trabajando en el cuerpo de la nave central (Figs. 200 y 201). Estas pinturas dibujan un despiece de sillares con únicos trazos blancos de pintura a la cal, sobre un revoco pintado de ocre suave, de forma que el despiece no se relaciona con el real de los paramentos. En los arcos, semicolumnas y elementos estructurales se ha recuperado la pintura blanca que tenían, al igual que la existente de color en algunas zonas de los paramentos o claves de bóvedas.

Hasta este momento el espacio interior de la catedral, casi siempre con tiempo nublado, era oscuro. Aun con buen tiempo lo era. La impresión que me produjo ver esto, el pasado mes de agosto, fue de total asombro al comprobar cómo la importante luminosidad lograda del espacio de la catedral, enmarcaba y potenciaba las gloriosas vidrieras que no quedaban disminuidas en su claridad sino enmarcadas en un ambiente magnífico, potenciándolo. Una nueva concepción del verdadero espacio gótico perdido que no hemos conocido, de la luz de Dios del gótico.

11.1. LAS PINTURAS DE JUNTAS POLÍCROMAS SOBRE LOS PARAMENTOS INTERIORES

Nos llegan restos, en algún caso mínimos pero constatables, de despieces pintados, bien sobre revocos coloreados o blancos o directamente sobre las juntas de las piezas de piedra de los muros, arcos y bóvedas. Bien que hay que constatar que, establecer la cronología correcta de estas pinturas es complicado, porque no hay seguridad de que se hicieran en el mismo proceso de construcción o algún tiempo después, por lo que la prudencia es aconsejable. Por otra parte, este tipo de pinturas se simultanea con la disposición de paramentos de piedra vista, por lo que no parece que existiera un único tratamiento de los paramentos. En mi exposición me ceñiré al periodo románico, puesto que el uso de este tipo de pinturas se prolongará largamente en el tiempo.

La actual situación que ha elevado a categoría cultural plenamente aceptada el aspecto de la «piedra vista» no se corresponde con la realidad. Claro que, realizadas todas las catas necesarias y comprobando que ninguna pintura ni sus restos existen, situación muy frecuente, es imposible y absolutamente irreflexivo tratar de reproducir nada similar. Así el restaurador se ha encontrado y encuentra ante la complicada situación de que si existen revocos, normalmente sólo en algunas zonas, o de reciente ejecución con morteros de cemento y pinturas desastrosas, o totalmente descompuestos por la humedad y separados de su soporte mural o situaciones similares, debe proveer un acabado mural conveniente. Tender un nuevo revoco pintado con un color que debe elegir arbitrariamente, por muy cuidadoso que se sea, conduce en la mayor parte de los casos a situaciones que neutralizan la calidad del espacio románico. Limpiar los paramentos y bóvedas dejando la piedra vista, ha sido normalmente la opción elegida, situación que ha generado esta opinión que ya me parece difícilmente reversible.

Expongo dos ejemplos de limpieza de la piedra. Los espacios interiores de la catedral de Angoulême (Fig. 125, Francia, siglo XII) y de la abadía de Fontevraud (Fig. 124. Francia, siglo XII). En ambos esa limpieza ha llevado hasta recuperar el color blanco original de la piedra utilizada, respetando los escasos restos de pintura figurativa que se encontraron. La sensación del espacio que así se contempla es algo extraña, un espacio naturalmente luminoso y claro, pero excesivamente uniformizado por ese color general. En fin, es un criterio de actuación. Pero estas situaciones también han conducido a resultados terribles, entre las que la ejecución de ignorantes e innecesarios rejuntados, son notorios en no pocos casos, o situaciones similares.

A este respecto, no quiero dejar de contar un amargo caso que pude vivir hace ya muchos años, y que ejemplariza este inquietante problema sobre el que se debería reflexionar adecuadamente. Era la iglesia de Santiago de Peñalba, un notable ejemplo de la llamada arquitectura mozárabe hispana. Al entrar, vi que se estaba trabajando en su interior, y con indignación pude comprobar cómo todo estaba pintado de un amarillo, casi papal. El oficio me hizo mirar hacia las ventanas, sus vanos interiores se estaban «regularizando» con planchas de Pladur, incluso sus bovedillas se revestían con fragmentos triangulares de placas para adaptarlas a su curvatura. No pude más, mi ira saltó en una continua serie de reproches que no pareció sorprender al encargado de la obra, que educadamente se me acercó y me explicó que lo del color amarillo era idea del arquitecto, ya que consideraba que ese color resumía muy bien el espíritu de las representaciones dibujadas en los códices del tiempo, y que lo de las ventanas era porque «estaban muy perdidas». No sé si seguirá así. Ya ven.

Los paramentos de mampostería fueron, tal parece, normalmente revocados y pintados, tratando con ello de ocultar la imperfección de la fábrica. Aunque también es cierto que estos revocos suponían una protección del paramento. Sobre ellos, normalmente pintados de blanco en lo románico, se pintaron juntas despiezadas conformando hiladas regulares que ocultaban las juntas irregulares de la mampostería. Esto no sólo se aplicó sobre la mampostería sino también sobre paramentos de piedra o ladrillo más cuidados, arcos, bóvedas y elementos estructurales. Era un medio económico que no necesitaba obreros especializados para mejorar su aspecto. Se ha comprobado en algún caso, la existencia sobre los paramentos de un fino recubrimiento, casi un enlechado de cal blanca, que deja adivinar las juntas incisas con el paletín subyacentes y que se considera ser simultáneo con la obra[181].

Los despieces a los que se atribuye mayor antigüedad, siglo XI, son los que dibujan sencillas y únicas juntas rojas sobre un fondo blanco. Como veremos en el siguiente apartado, traigo el caso de la iglesia lombarda de Santa María de Obarra (Huesca, España, primer tercio del siglo XI), en el que un fragmento de estas pinturas existía en el paramento interior de su puerta románica (Figs. 204 y 205); sobre una fina capa de cal o yeso pintada de blanco se trazó un despiece de almagre. Es sin duda una de las más antiguas representaciones de

181 Victoir, Geraldine, «Le goût pour la pierre de taille en Picardie aux XI^{e} et XII^{e} siècles». En Gómez Urdáñez, *Sobre el color en el acabado de la arquitectura histórica*, p. 57, Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2013. La autora lo retrotrae a la «dealbatio», de que tratan los textos medievales.

este tipo de pinturas. En Saint Philibert de Tournus se han detectado vestigios de un despiece de juntas blancas sobre un fondo ocre, que se atribuyen a mediados del siglo XI; bien que este tipo de juntas polícromas es mucho más utilizada a partir de los años centrales del siglo XII[182]. En el muro oriental de la sala capitular del monasterio de la Oliva (Navarra, España, siglo XII), se conservan estupendamente restos de juntas polícromas rojas sobre fondo blanco. Estos restos se reducen hoy a la zona de las juntas de la sillería; y se conservan en las boveditas y en parte de las jambas de las dos ventanas laterales interiores, aunque donde mejor se conservan es en la parte sur-oriental de este muro; sobre una delgada capa de revoco blanco se han pintado las juntas rojas. De forma que el revoco blanco se extendió al resto de los paramentos, como se deja notar por las partes del mismo conservadas (Fig. 202). Otro ejemplo es el de la iglesia lombarda de Erill la Val (Fig. 203) queda en los pies de la iglesia una sola de las semicolumnas de sus muros, con juntas polícromas de almagre sobre estrechas juntas de estuco blanco

La pequeña iglesia lombardista de San Andrés de Sos (Huesca, España, siglo XII), asienta su ábside sobre otro anterior de los primeros años del siglo XI, tallado en la roca y con planta de herradura. En su flanco norte interior, pude ver en los años ochenta del siglo pasado, restos de un despiece pintado con almagre directamente sobre la roca. Ya han desaparecido. De la misma manera Eduard Junyent[183] cita la existencia de juntas polícromas y encintadas en la iglesia de San Genis le Fonts (Rosellón, Francia, siglos X-XII). Otro ejemplo, bien que en fechas ya algo más tardías (abacial de Sijena, Huesca, España) es el pintado sobre las juntas de paramentos de sillares, que se ha llamado «repasado». Sobre un estrecho filete de pintura blanca que desborda un poco las juntas de los sillares, se subraya el despiece con líneas negras o rojas de almagre, combinadas con estrechas franjas que bordean aristas de ventanas o lugares similares con dibujos de sencillo carácter geométrico[184].

El despiece pintado en negro sobre fondo blanco parece ser del XII, en la nave de San Juan de Duero se conserva uno con juntas negras verticales dobles[185]. A partir de estos años, los fondos pueden oscilar entre ocres amarillentos, rosáceos o rojos y los despieces en dobles. Llegándose ya en el XIII y XIV a las gloriosas pinturas mudéjares que revisten paramentos de ladrillo.

Constatado lo anterior, hay que decir que el gusto por la piedra de talla vista ha sido también una constante en el tiempo; aparecen paramentos con esa cualidad tratados con sólo juntas incisas o subrayadas con pinturas blancas o rojas, debajo de capas de revoco con juntas policromadas posteriores. En el apartado siguiente expongo ejemplos de juntas incisas, del

182 Lo he descrito en Chartres para mediados del siglo XIII.

183 Junyent, Eduard, *L'Arquitectura religiosa a Catalunya abans del Románic*, Publicacions de l'Abadía de Montserrat, 1983.

184 Olmo García, Antonio, «El color en la Arquitectura Románica: el ejemplo de la iglesia monacal de Sijena (Huesca)», en *Románico*, Revista de Amigos del Románico, pp. 27-31, núm. 16, 2013.

185 Ibídem, p. 89 y nota 37 y Olmo Gracia, Antonio, «Los revestimientos cromáticos en la iconografía arquitectónica medieval», en Gómez Urdáñez, *Sobre el color en el acabado de la Arquitectura Histórica*, p. 186 y fig. 9, Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2013.

primer tercio del siglo XI. Para la citada investigadora Geraldine Victoir, tanto en la rotonda de Dijón, de la que ya hemos tratado anteriormente, como en la cripta de la catedral de Auxerre, se han conservado paramentos de piedra vista con restos de un cuidadoso rejuntado, de los primeros años del siglo XI que denomina rubanés (encintados). Para fechas ya de mediados de finales del XI y el siglo XII, detecta rejuntados en algunos despieces de paramentos de piedra vista, ejecutados con pasta fina y bien terminada, distinta la argamasa de la de la fábrica bruta, a veces incisos, que en algún caso se han subrayado con pintura blanca[186].

11.2. LAS PINTURAS DE JUNTAS POLÍCROMAS SOBRE LOS PARAMENTOS EXTERIORES

Ya en 1974, el profesor Fernando Galtier publicó un breve artículo sobre este tema[187]. En él efectúa una relación de los casos estudiados por él que han conservado policromías o sus restos en portadas, canetes, capiteles y elementos similares del exterior de iglesias en el ámbito del románico hispano. Son policromías que enriquecen y destacan los elementos figurativos esculpidos. En este contexto, señala dentro de nuestro interés, los casos de San Clemente de Tahull (Lérida, España, 1123), del torreoncito lombardo existente en la ermita de la Virgen de Gracia del Run (Huesca, España, primer tercio del siglo XII) y de la iglesia lombardista de Vió (Huesca, España, finales del siglo XII). En el año 1978, el mismo profesor Galtier publica otro trabajo sobre el mismo asunto[188], en el que hace referencia a las pinturas de juntas polícromas que pudo ver en la abacial de Santa María de Obarra (Huesca, España, primer tercio del siglo XI). Veamos.

Respecto a Obarra, transcribo aquí por su interés, el texto que hace referencia a estas pinturas en texto publicado conjuntamente por el profesor Galtier y quien redacta estas líneas:[189] «(...) Aunque los vestigios de esa decoración colorista son aquí más bien escasos, hasta nuestros días han llegado las evidencias suficientes como para poder afirmar que la abacial de Obarra destacaba por el contraste entre el tono melado de sus paramentos y la pintura roja de sus juntas. He aquí los datos sobre los que reposa esta aserción: Tanto al exterior como al interior de la portada meridional se conservan restos de la pintura roja de almagre que seguía fielmente las junturas de los paramentos. La pintura fue aplicada sobre una fina capa de estuco blanco, tendido directamente sobre los paramentos. Al exterior, líneas rojas subrayan las junturas de los arcos y de sus dovelas; por el mismo procedimiento, al in-

186 Victoir, Geraldine, «Le goût pour la pierre de taille en Picardie aux XI^{e} et XII^{e} siècles», o.c., p. 55-56 y notas 26-27.

187 Galtier Martí, Fernando, «Aproximación a un nuevo tema: la pintura de exteriores románicos», en *Actas del VII congreso Internacional de Estudios Pirenaicos*, Seo de Urgell, 1974, Jaca, 1983.

188 Galtier Martí, Fernando, «Juntas polícromas y otros casos de pinturas románica “elementales” en Aragón», en *Actas del I Coloquio de Arte Aragonés*, Teruel, 1978, pp. 125-142.

189 Galtier Martí, Fernando; Benedicto Salas, Roberto, *Santa María de Obarra, entre la historia y la leyenda*, Mira Editores, pp. 81-82, Zaragoza, 2012.

terior destacan los contornos de los sillarejos de las jambas, el intradós del arco de descarga, los sillarejos del tímpano, etc. Esas líneas rojas tienen, por lo general 9 mm de anchura. En determinado momento, el muro fue blanqueado, con el consiguiente enmascaramiento de tan peculiar programa decorativo. Este género de pintura alcanzó un cierto desarrollo en Aragón. Entre sus más antiguas manifestaciones regionales cabe evocar, por su proximidad cronológica con Obarra, la iglesia de los Santos Miterios y Celedonio de Samitier. La comparación entre ambos conjuntos y el hecho de poder contar con ejemplos completamente fiables, como las junturas pintadas de rojo que aparecieron al extraer los frescos de la portada septentrional de Sant Joan de Boí (Ribagorza) o los de San Pedro de Villamana (Sobrarbe, Huesca), incita a clasificar como románicas las pinturas de Obarra. La naturaleza románica de esas pinturas, que también son de tradición romana, refuerza la hipótesis emitida a propósito del acabado colorista de los capiteles. El falso aparejo inciso en las dovelas que presenta la rosca del arco exterior en la portada románico lombarda septentrional debe de obedecer a la aplicación de idéntico programa decorativo (Fig. 206). Este llagueado es coincidente con las líneas de tendeles del aparejo de los paramentos colindantes. (...)»[190].

La abacial de Obarra es una destacada obra lombarda del primer tercio del siglo XI, por lo que estas pinturas pertenecen a esa obra y momento; sin poder saber cuál fue su extensión original. La mención relativa a los capiteles hace referencia a los dos existentes en esta puerta y a los de una falsa arquería semiempotrada en la parte baja interior del muro del ábside.

En Obarra, salvo las juntas incisas en su puerta norte, nada queda, sólo pude fotografiar hace años briznas en algunas juntas de las dovelas del arco exterior de la puerta estudiada (Fig. 204). Es notable que las juntas incisas son exclusivamente horizontales y al llegar al arco se prolongan por encima del despiece de sus dovelas. Algunos paños del muro exterior con juntas incisas en el llagueado practicadas con el paletín, se reconstruyeron o restauraron algo excesivamente en las obras de restauración realizadas hacia 1984 en la iglesia lombarda de Saint Aventin de Larboust (Fig. 207, Alto Garonne, Francia, primer tercio del siglo XI).

Respecto a San Clemente de Tahull, nos dice que «(...) en el derrame exterior de la ventana del ábside central, unas rayas rojas en zig-zag en el intradós y en la rosca de los arcos junto a otras líneas rectas del mismo color en idénticos lugares. Por el color y el trazado parecen, indudablemente románicas (...)»[191]. No sólo en San Clemente, en Santa María del mismo Tahull y en su torre, se conservan restos análogos de estas pinturas; en los rincones del intradós de los arquillos lombardos quedan débiles restos y en la cornisa superior un dibujo alternando cuadraditos de almagre con cuadraditos blancos. San Clemente y Santa María fueron consagradas en la navidad de 1123 por San Ramón, obispo de Barbastro.

El torreoncito de la ermita de la Virgen de Gracia, obra lombarda del año 1123, conserva en los rincones del intradós de los arquillos lombardos que lo coronan restos de pintura de

190 El profesor Galtier, pudo ver y estudiar estas pinturas en el momento en que se desarrollaban las obras de restauración de esta abacial, alrededor del año 1970.

191 Galtier Martí, Fernando, «Aproximación a un nuevo tema: la pintura de exteriores románicos», o.c., p. 8.

almagre y dos esquemáticos y rústicos crismones pintados con almagre en sus caras norte y oeste (Fig. 208). Las pinturas presentan una fina capa de estuco que les sirve de soporte. En Vió sobre el friso de esquinillas que corona su ábside quedan restos mínimos de triángulos de almagre. Pude ver y constatar en el intradós de los arquillos lombardos que coronan el ábside lombardo de Santa María de Villanova (Huesca, España, primer tercio del siglo XI), tan débiles restos de pintura de almagre, que hoy ya son difícilmente identificables como tales.

San Paragorio de Noli (Liguria, Italia, primer tercio del siglo XI), es obra lombarda interrumpida al nivel del plano de imposta de las bóvedas de su nave central, nunca realizadas, que hoy presenta una cubierta sobre armaduras de madera realizada poco después de esta interrupción. La acertada restauración dirigida por Alfredo d'Andrade entre 1889-1890, puso en evidencia la existencia de algunos mínimos restos de policromía exterior, que Andrade recuperó y «refrescó». Algunos arquillos lombardos conservaban sus dovelitas alternadamente pintadas en rojo y blanco, cobijando en sus timpanitos círculos con cruces rojas patadas sobre blanco; los filetes superiores a los arquillos conservaban despieces pintados en blanco, rojo y verde «(...) De tels vestiges ne sont que les derniers restes d'un grand programme pictural externe conçu pour rehausser les volumens et leur decoration architectonique (...) les petites voûtes des fenêtres dont l'intrados reçurent le même traitement que les arceaux externes (...)»[192] (Fig. 210).

Todo este conjunto de restos de pinturas citadas, clasificables como de juntas polícromas exteriores, conservadas en un espacio geográfico tan reducido como la parte oriental de Aragón o en Tahull —que fue diócesis de Barbastro en el momento de construcción de las iglesias relacionadas— y en San Paragorio de Noli; y que salvo en Vió y Tahull, pertenecen al primer tercio del siglo XI, se constituye en un precioso testimonio de la mayor antigüedad respecto a lo detectado en Europa.

11.3. LAS POLICROMÍAS DE LOS PARAMENTOS LOGRADAS CON EL COLOR DEL MATERIAL

La utilización de materiales de distinto color, piedra o mármol, ladrillo, cerámica vidriada o no, fue un tema relativamente recurrente utilizado en no pocos casos para la puesta en valor de los paramentos de los muros. En la abacial de Cluny III, delgadas placas de piedra revisten paramentos de mampostería, proporcionando un aspecto de piedra de talla con despiece regular sobre el anárquico de la mampostería[193].

En algunas iglesias románicas italianas, sobre todo en la Toscana, este uso será característico, revistiendo gloriosamente sus paramentos exteriores, uso que se continuará en el Re-

192 Galtier Martí, Fernando, «L'église ligurienne San Paragorio de Noli et ses rapports avec Santa María de Obarra (Aragon) et San Vicente de Cardona...», en *Les Cahiers de Saint Michel de Cuxa*, nº 19, pp. 151-157, 1988.

193 Baud, A., *Cluny, un grand chantier médiéval au coeur de l'Europe*, pp. 125-127, Picard. 2003, Paris.

nacimiento. Hay que citar a este respecto los casos del baptisterio de la catedral de Florencia (Fig. 285, hacia 1060); los conformados por hiladas alternadas de mármol en el baptisterio y catedral de Pisa (Italia, siglos XI-XIII); y la importante iglesia de San Miniato al Monte (Florencia, 1018-1090), con sus mármoles de color formando dibujos geométricos en su hermosa fachada y en su interior. Como fuera de Italia en Saint Jean Pied de Port (Clermont Ferrand, Francia, siglo XI-XII). Respecto a la utilización de piezas de cerámica vidriada, es ejemplar el caso de la torre de Pomposa (Véneto, Italia, hacia 1060), o el conjunto de San Esteban de Bolonia.

Pero también la piedra con formatos diversos de talla, dispuesta a modo de taraceas en el paramento del muro, es utilizada en algunas estupendas ocasiones. Un buen ejemplo, entre otros, es el del frontón de la estupenda fachada de Notre Dame la Grande de Poitiers (Fig. 44, Francia, siglos XI-XII). En el que existen piezas cilíndricas combinadas con otras que completan los huecos que dejan, y otras de forma romboidal con simulación mediante la talla de juntas en su frente que dibujan cuatro rombos menores.

Sillares de piedra aparejada con distinto color, en los elementos principales de la estructura se alternan, tanto entre sí como con los paramentos, cúpulas y bóvedas revocadas y pintadas en el interior de iglesias románicas. Tales son los casos, entre otros notables, de la catedral de Spira, en la que piedra rojiza se alterna con piedra más clara en las arquivoltas de la puerta interior, y los plementos de sus bóvedas y cúpulas están revocados resaltando sus arcos en piedra rojiza (Figs. 45, 54 y 87, Renania, Alemania, siglo XI); San Miguel de Heildesheim, que presenta sus paramentos y bóvedas revocadas (Fig. 145, Alemania, siglo XI); Saint Philibert de Tournus, que en su atrio y cuerpo de naves presenta la misma solución con sus arcos y columnas de sillarejo visto (Figs. 82 y 83, Francia, siglos XI-XII), y Paray le Monial (Borgoña, Francia, siglo XII), en la que hace poco tiempo se recuperaron las pinturas de sus paramentos y bóvedas revocadas. Igual sucede con la utilización del ladrillo, San Ambrosio de Milán (Fig. 223, Italia, siglo XI), donde para tal fin se dejaron vistos el ladrillo que conforma sus arcos y los sillares de sus pilares compuestos. Fue este un sencillo y práctico modo de resaltar y poner en valor el espacio románico.



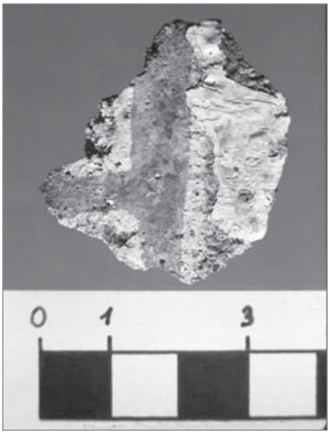


Figs. 200, 201 y 202. CATEDRAL DE CHARTRES. PINTURAS RECUPERADAS. **Arriba izquierda.** Vista parcial de la parte baja del pilar compuesto suroeste del crucero, con las pinturas recuperadas. **Arriba derecha.** Presbiterio, lado sur. **Abajo.** MONASTERIO DE LA OLIVA, SALA CAPITULAR (Navarra, España, siglo XII). Juntas polícromas en la zona sur del muro oriental.

Fotos: Roberto Benedicto Salas. 2014.







Figs. 203, 204 y 205. Arriba. ERILL LA VAL (Lérida, España, siglo XI). Juntas polícromas en una semicolumna lombarda. ABACIAL DE SANTA MARÍA DE OBARRA (Huesca, España, primer tercio del siglo XI, románico-lombarda). **Abajo izquierda.** Débiles restos de trazos de pintura de almagre conservados en un rincón del arco superior exterior de la puerta de acceso a la iglesia. **Abajo derecha.** Detalle de otros restos ya desaparecidos que existían en el paramento interior sobre la misma puerta.

Fotos: Roberto Benedicto. 2014-2010.

Abajo derecha: Fernando Galtier Martí. 1970.



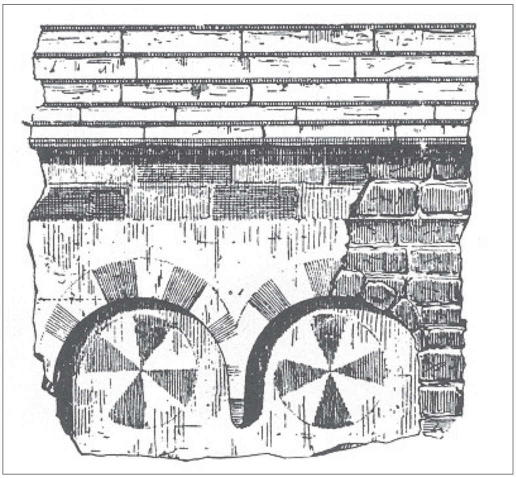




Figs. 206, 207 y 208. Arriba. ABACIAL DE SANTA MARÍA DE OBARRA (Huesca, España, primer tercio del siglo XI, románico-lombarda). Juntas incisas en el paramento y arco de la puerta norte románica**. Centro.** SAINT AVENTÍN DE LARBOUST (Francia, primer tercio del siglo XI, románico lombarda). Incisiones practicadas con el paeltín en las juntas del sillarejo. Reconstruidas en la restauración del siglo XIX. **Abajo.** VIRGEN DE GRACIA DEL RUN (Huesca, España, hacia 1123). Esquemático crismón pintado en el timpanito de los arquillos lombardos del torreón lombardo sobre esta ermita.

Fotos: Roberto Benedicto Salas. 2010-2004.



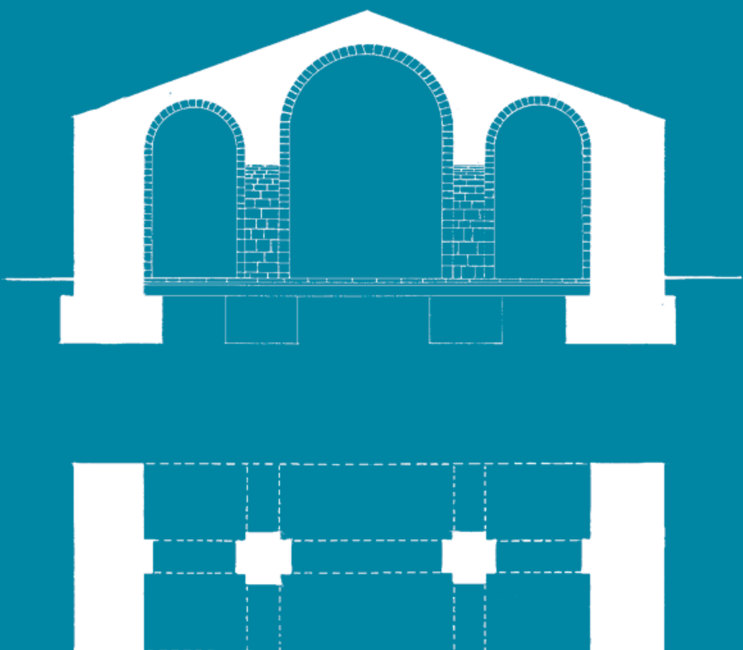


Figs. 209 y 210. Arriba. SANTA MARÍA DE VILLANOVA (Huesca, España, primer tercio del siglo XI, románico-lombarda). Debilísimos restos de pintura de almagre, ya perdidos, en los rincones de los arquillos lombardos del ábside. **Abajo.** SAN PARAGORIO DE NOLI (Liguria, Italia, primer tercio del siglo XI, románico lombarda). Dibujo de las pinturas conservadas realizado por su arquitecto restaurador Alfredo Andrade.

Fotos: Roberto Benedicto Salas. 1995. Abajo amablemente cedida por Fernando Galtier.

CAPÍTULO 12

ALGUNAS CUESTIONES SOBRE LOS SISTEMAS DE ESTRIBADO DE LA ESTRUCTURA ROMÁNICA



Repetiré ahora que la arquitectura románica se desarrolla y crece siguiendo un proceso de experiencias que se producen en distintos lugares de Europa de forma más o menos simultánea, y que en cada caso suponen la solución elegida por el maestro románico a distintos problemas —bien de carácter estructural, funcional o formal— que se le plantean en su camino por lograr una estructura de la mayor luz y altura con menores secciones en sus elementos; buscando la progresiva concentración de los empujes y pesos generados por bóvedas, cúpulas, arcos, muros y cubiertas en puntos concretos de su estructura; disponiendo en ellos los estribos necesarios (pilares, columnas, muros y contrafuertes), que se depuran y elaboran según disposiciones geométricas de sus secciones y masas, con artificios mediante los que aquellos pesos y empujes se combinan entre sí, equilibrándose más o menos parcialmente y produciendo empujes reconducidos más fáciles de estribar. Todo ello conducirá progresivamente a «descargar» el muro reduciendo su inicial función estructural hasta que, ya con el gótico, su función sea la de mero cerramiento y se sustituya por amplias y gloriosas vidrieras.

Conjuntamente con estas progresivas disposiciones, se organiza la estructura románica de forma que las partes colaborarán progresivamente a la estabilidad del conjunto, en un continuo camino que llevará a la estructura gótica. Se puede decir que la separación que comúnmente se establece entre la arquitectura románica y la gótica, no es tal, sino que ambas transitan y evolucionan por el mismo camino, siendo esta la prolongación lógica, coherente e inevitable de aquella.

De forma que, así como la arquitectura románica supone el comienzo de una nueva arquitectura tras las destrucciones y aislamiento de los tiempos anteriores, la estructura gótica no hubiera sido posible sin el bagaje estructural que desarrolló la arquitectura románica de la que es su natural y brillante conclusión. Bien que las circunstancias sociales, religiosas y políticas de cada uno de los periodos en que ambas se desarrollan sean distintas. Hecho que se refleja claramente en la cualidad y espiritualidad que transmiten sus respectivos espacios, sus aspectos formales y los mensajes que pinturas y relieves tallados transmiten al pueblo fiel. La estructura románica inicia el camino de la gótica. De forma que tras esta última los arquitectos renacentistas iniciarán un nuevo camino inaugurando un nuevo tiempo.

En este capítulo trato de resumir estos asuntos, con los riesgos naturales de toda esquematización y sin intención cronológica precisa, que no permite el estado actual de la investigación más que en grandes rasgos.

12.1. SOBRE LAS TIPOLOGÍAS DE CUBIERTAS DEL PERIODO ROMÁNICO

Como hemos visto, tres son las tipologías de cubiertas utilizadas en el periodo románico. La basilical[194] con faldones de cubierta sobre armaduras vistas, la que presenta armaduras dispuestas por encima de bóvedas y cúpulas, y la que presenta sus faldones conformados por capas de argamasas ciclópeas recrecidas sobre bóvedas y cúpulas. Es importante comprender que la presencia de bóvedas y cúpulas genera cargas y empujes de entidad, distintos a los que se tienen con la primera tipología, e implica la construcción de sistemas estructurales radicalmente distintos para su correcto sostenimiento y estabilidad.

En lo románico, la primera de estas tipologías se presenta bien con rústicos y sencillos sistemas de armaduras o con armaduras vistas ricamente policromadas y talladas. De forma que ambas entregan fundamentalmente cargas verticales en sus muros de apoyo, que así podían ser de menor espesor por la inexistencia de empujes. Particularmente en el último caso, las iglesias desarrollaban la anterior tipología basilical paleocristiana[195], acompañándose de un rico ropaje artístico. La tipología basilical fue adoptada para algunas naves de las primeras grandes iglesias carolingias, y su uso se prolongará incluso en épocas avanzadas del periodo románico (Fig. 211), presentando en algunos casos, como anteriormente, la alternancia de una o varias columnas entre pilares que buscan estabilizar las largas arquerías.

La utilización de los sistemas de armaduras sobre bóvedas y cúpulas introduce un eficaz medio para reconducir a inclinaciones más favorables para su estribado los empujes generados por las bóvedas, ya que los pesos entregados a los muros por las armaduras de las cubiertas y los de las partes de los muros que han de recibirlos, dispuestos por encima de los puntos de entrega de los empujes generados por bóvedas y cúpulas, se combinarán con los empujes ejercidos por estas para producir empujes reconducidos[196] de dirección más cercana a la vertical que los empujes iniciales; incidiendo mejor en el núcleo central de las secciones del muro[197] y colaborando decisivamente con los sistemas dispuestos para estribar los empujes. Con ello los muros y estos estribos pueden ser de menor potencia.

Pero además, este doble sistema cubiertas-bóvedas, mejora la protección ante el agua de lluvia, al establecer dos barreras, cubiertas y bóvedas, y se logra una mayor protección de las armaduras de las cubiertas ante la acción del fuego, por medio de la interposición de bóvedas y cúpulas durante el tiempo en que permanecieran estables. Estas no sólo ofrecen una seguridad mayor frente a los continuos y arrasadores incendios, sino que fueron consideradas desde el primer momento obra de calidad y prestigio de la que se enorgullecieron sus promotores, ante la inicial rudeza de las armaduras vistas.

194 Entendida como el modelo de la basílica paleocristiana y no como el de la basílica romana.

195 Íñiguez, José Antonio, *Síntesis de arqueología cristiana*, Madrid, 1977; Grabar, A., *El primer arte cristiano*, pp. 169-186, Madrid, 1967; Krautheimer, R., *Arquitectura paleocristiana y bizantina*, Ediciones Cátedra, Madrid, 1984.

196 Ver supra, capítulo 6.

197 Ver supra, nota 54.

En la tercera tipología, la bóveda de medio y cuarto de cañón, de arista, la semicúpula en los ábsides y la cúpula, cubren los espacios de las iglesias y soportan directamente sus cubiertas. Sobre sus plementerías, rellenos de senos y capas de compresión, se tendieron faldones de argamasa ciclópea que conformaban las pendientes de esas cubiertas. Lo que implica la aparición de pesadas cargas e importantes empujes y la construcción de un sistema estructural que con la segunda tipología descrita se constituye en eje del desarrollo de la estructura románica.

12.2. LA EVOLUCIÓN DEL PILAR. DESDE EL PILAR CRUCIFORME AL PILAR COMPUESTO

Trato en este lugar de cómo el maestro y constructor románico hacen evolucionar el pilar y la pilastra, desde su simple e inicial sección cuadrada o rectangular hasta la compleja sección compuesta que ofrece ya en la mitad del siglo XI, y que en su posterior evolución conducirá al pilar gótico.

Como hemos visto, muy pronto se disponen adosados al intradós de la bóveda de medio cañón arcos fajones que se prolongan hasta el suelo de forma apilastrada con el pilar. Además, en estos pilares inciden los arcos que separan las naves, arcos que en un principio recogen el ancho del muro sobre ellos y se corresponden con el ancho del pilar con lo que su grosor es importante. A su vez los arcos fajones de las naves laterales inciden apilastradamente en este pilar. Se conforma así una sección del pilar que le da el nombre de pilar cruciforme. En el muro exterior, el fajón de la nave lateral conforma una pilastra de sección recta (Figs. 212 y 213).

La inicial introducción de arcos dobles separando las naves (Fig. 63), es causa de que sus arcos inferiores se apilastren con el pilar, configurando estas dos pilastras y la de los dos fajones un pilar cruciforme con núcleo cuadrado o rectangular.

A partir de esta configuración y desde el punto de vista cronológico, el proceso de su elaboración no es claro en absoluto, ya que esta cuestión permanece sin estudiar. Pero lo que vemos es que esas pilastras se transforman en semicolumnas aparejadas al núcleo del pilar. De la misma manera la pilastra recta del muro exterior puede presentar una semicolumna o una pilastra recta (Figs. 214 y 215).

Pero el hecho de que los arcos fajones se desdoblen igualmente en dos, como los arcos que separan las naves, produce en el pilar cruciforme y en las pilastras rectas correspondientes una doble articulación. El núcleo del pilar se transforma en cruciforme, mediante la prolongación apilastrada de los arcos superiores del desdoblamiento y se disponen semicolumnas para recoger esos arcos inferiores y en sustitución de la pilastra recta del arco inferior que separa las naves. La pilastra del muro exterior sigue el mismo proceso, su núcleo sigue con sección recta recogiendo el arco superior del fajón desdoblado y una semicolumna adosada

a su frente recoge el inferior. Es decir se tiene un pilar con núcleo cruciforme y semicolumnas en sus cuatro caras, y una pilastra «cruciforme» compuesta por su sección recta y su semicolumna. Bien que vemos variantes de este sistema, siempre dentro de lo descrito.

Se logra así un pilar o pilastra compuesta, bien con núcleo de sección cuadrada o cruciforme, al que se adosan semicolumnas en sus frentes (Figs. 216, 217 y 218). El pilar así conformado se ha denominado como hispano-languedociano, según ha acuñado Elie Lambert[198], bien que el ámbito geográfico de su aplicación es mucho más extenso. Hay que repetir que se dan variantes sobre esto.

La elevación de la nave central hace que el plano de imposta de la bóveda que la cubre, se disponga a un nivel más alto que el correspondiente al de las bóvedas de las naves laterales y al de los arcos que separan las naves. Por tanto la semicolumna correspondiente a los fajones de la nave central, con su pilastra en su caso, se elevan hasta el plano superior de imposta de la bóveda alta, donde se entrega a su arco fajón mediante un capitel con su ábaco. Presentando en ocasiones esta semicolumna una articulación en dos partes mediante un sencillo capitel (Figs. 214 y 218).

Pero en las naves laterales las bóvedas suelen ser de arista, y en estos casos, sus aristones se entregan en los rincones de ese pilar cruciforme (Figs. 107, 110, 215 y 219), y análogamente en los de la pilastra del muro exterior. En el momento en que se introduzcan las primeras bóvedas de crucería cuatripartita, el proceso seguirá disponiendo en esos rincones del pilar y pilastra, semicolumnas apilastradas de ángulo en prolongación de los arcos diagonales de las bóvedas (Figs. 221 y 224)[199]. Y de forma progresiva las semicolumnas se desdoblarán en dos, apareciendo semicolumnas en prolongación del arco formero del tramo (Fig. 223). Pero tratemos de recordar, por su importancia, las razones de todo esto.

La construcción de iglesias progresivamente con naves más anchas y de mayor altura, obliga al constructor a disponer pilares y pilastras de mayor potencia por el aumento de los pesos y empujes que han de estribar. Ante esta situación, que podría haberse resuelto con gruesos pilares o potentes columnas, produciendo espacios neutros, fragmentados y pesados[200], los maestros medievales optan por introducir en estos pilares y pilastras, ya en el primer tercio del siglo XI con la primera arquitectura románico lombarda[201], y posteriormente con estas pilastras rectas y semicolumnas, articulaciones de sus secciones y geometrías que los transforman, pese al obligado aumento de sus secciones, produciendo ritmos espaciales que serán característicos del

198 Lambert, Elie, *El arte gótico en España*, Madrid, 1977.

199 Esta disposición de un elemento que prolongue hasta el suelo estos arcos ya había sido avanzada a principios del siglo XI por el maestro lombardo, con su pilar de triple articulación, en el que una de las esquinillas recogía el aristón de sus bóvedas de arista.

200 Tal fue el caso de las primeras criptas románicas: Saint Germain de Auxerre, Saint Philibert de Grandlieu, de algunas iglesias iniciales: La Tossa del Montbui (Lérida, España, siglo XI), San Martín del Canigó (Conflent, Francia, siglo XI); o el ya citado de la bodega de Saint Benigne de Dijón, entre otros.

201 Me refiero a las articulaciones esquinas triples de pilares y pilastras del primer románico lombardo del que trato más adelante.

espacio románico. Una gloria de la arquitectura lograda fundamentalmente con los elementos estructurales indispensables para la construcción de sus estructuras.

Y ello, porque lo que se persigue es que ese necesario aumento de sección y de la potencia del pilar, se vea difuminado por el conjunto de esquinillas, semicolumas y apilastramientos que producen un efecto de redondeo y amortiguación de su impacto visual, subrayado puntualmente por capiteles y basas. Con ello se introduce no sólo un mecanismo estructural de aumento de sus secciones, necesario para responder a la seguridad y estabilidad del edificio, sino una específica articulación del espacio románico lograda con estos potentes ritmos verticales, que definen y refuerzan con claridad los de los tramos de las naves. Ritmos que —como veremos— se equilibran progresivamente con la introducción de cornisas, tribunas y triforios que introducen una acusada direccionalidad hacia la cabecera de la iglesia, presentando este conjunto de articulaciones no pocas variantes en su conformación que no obstante siguen la pauta descrita.

Se suele repetir que estas semicolumnas o articulaciones diversas del pilar «sostienen» a los arcos de las bóvedas. No es esta una idea correctamente expresada. Vemos semicolumnas y pilastras de estos pilares compuestos cortadas originalmente a ciertas alturas sobre mensulitas, sobre todo en lo cisterciense, o sencillamente cortadas posteriormente por cuestiones diversas, sin que el pilar haya sufrido menoscabo en su estabilidad.

Como más arriba se ha estudiado, los empujes y pesos generados por arcos, bóvedas, cúpulas y cubiertas se aplican en zonas superiores al pilar en las que se combinan entre sí produciendo empujes reconducidos. Lo que implican estas articulaciones es un aumento de la sección del pilar y por tanto de su núcleo central[202], con lo que este ofrece mayores secciones a los empujes reconducidos garantizando con ello que las tensiones en el pilar son siempre de compresión. A la par que el aumento de la sección ofrece una mejor capacidad de respuesta estructural en favor de la estabilidad. Así, las semicolumnas son parte del todo y no elementos específicamente dispuestos para «sostener los arcos». Su supresión podría incidir en una disminución parcial del margen de seguridad del pilar, que como sabemos está claramente sobredimensionado para las relativamente bajas tensiones de compresión a que está sometido en la arquitectura antigua.

En fin, una cuestión que por encima de las estrictas necesidades estructurales y constructivas que quedan resueltas de fondo, en la mente y la voluntad del constructor románico tiene una clara intención formal, para lograr una articulación del pilar que colaborará con las otras articulaciones enumeradas que se desarrollan simultáneamente y que estudiaremos, a la mejor cualificación y definición del espacio verdaderamente románico.

La búsqueda de soluciones estructurales que definan y conformen un espacio por sí mismas, ha sido, es y será el principal camino que busque el buen arquitecto. Bien que ésta es

202 Ver supra, nota 54.

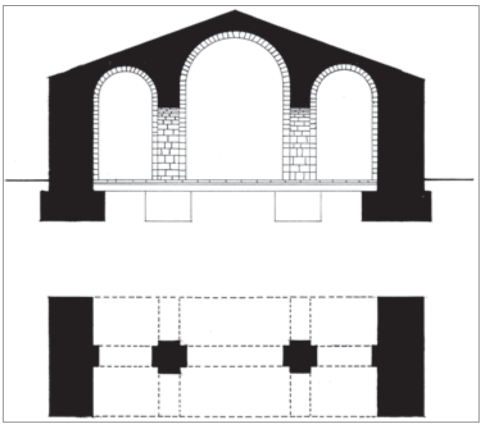
una cuestión poco transitada por la investigación. Ahora, mediante este camino, el pilar románico evolucionará hacia el pilar compuesto gótico de secciones importantes, amortiguadas formalmente por semicolumnas crecientes en número, que estribará bóvedas de crucería de importantes luces.



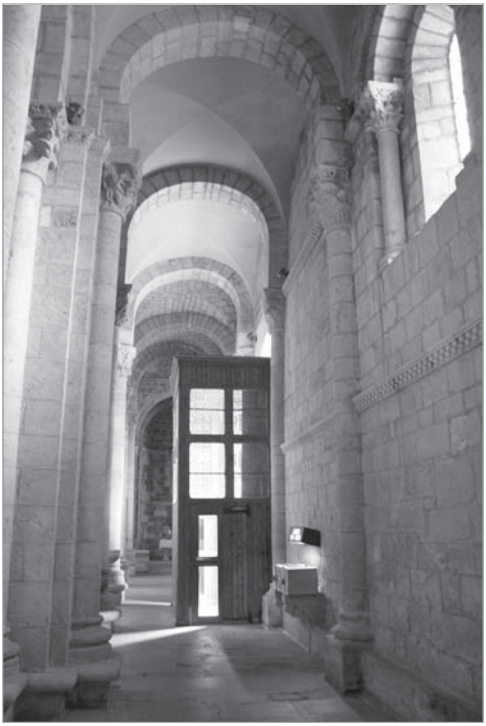
Figs. 211, 212 y 213. Arriba. SAN GOTARDO (Hildesheim, Alemania, siglo XII). Iglesia que sigue la conformación de la basílica paleocristiana, ya en el siglo XII. Ver cómo las arquerías de su nave central se estriban en columnas alternadas con pilares de sección cuadrada que las estabilizan. Ver el cielo raso de madera que oculta los sistemas de armaduras de su cubierta en la nave central. **Abajo izquierda.** SAN JUAN DE LA PEÑA (Huesca, España, siglo XI). Pilar cruciforme de la Sala de los Concilios. **Abajo derecha.** IGLESIA TIPO. SECCIÓN TRANSVERSAL Y TRAMO DE LA PLANTA. Pilares cruciformes, pilastras de sección recta, sin contrafuertes.

Fotos y dibujo: Roberto Benedicto. 2010-2002.











Figs. 214, 215 y 216. Arriba izquierda. CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (siglo XI). Nave central hacia la cabecera, lado sur. Ver los pilares cruciformes de núcleo circular el de primer plano y de núcleo cuadrado el siguiente, con semicolumnas en sus cuatro caras. SAN ISIDORO DE LEÓN (siglo XI). **Arriba derecha.** Nave lateral sur. Pilares de núcleo cruciforme con semicolumnas en sus cuatro caras, y la semicolumna del muro exterior. **Abajo.** Pilares de núcleo cruciforme con semicolumnas en sus cuatro caras y pilares alternados cruciformes de núcleo cuadrado y semicolumnas sólo en las caras de los arcos que separan las naves, conformando «tramos dobles».

Fotos: Roberto Benedicto. 2010-2013.



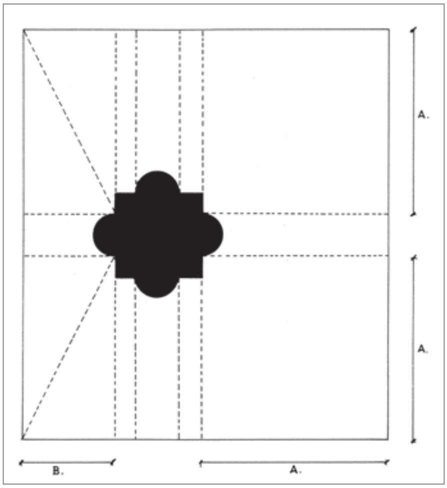




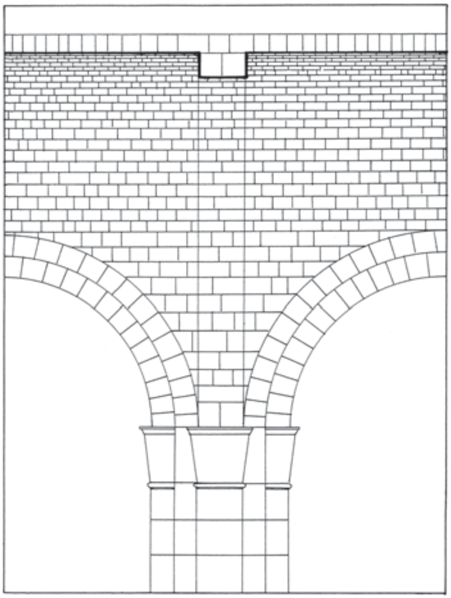
Figs. 217, 218 y 219. Arriba izquierda. PANTEÓN DE LOS REYES, SAN ISIDORO DE LEÓN (primer tercio del siglo XI). Pilar de núcleo cruciforme con semicolumnas en sus cuatro caras **Arriba derecha.** CATEDRAL DE SPEYER (Francia, siglo XI). Pilar cruciforme con semicolumnas sólo en correspondencia con los arcos fajones. Ver cómo la semicolumna de la nave central se articula en dos mediante la introducción de un capitel, adelgazándose además el tramo superior. **Abajo.** FLEURY, SAN BENOIT SUR LOIRE. PÓRTICO OCCIDENTAL (Francia, siglo XII). Pilar cruciforme, muy restaurado por sustitución y retejido de sus sillares, con núcleo cruciforme, que presenta sus ángulos achaflanados y pilastras con semicolumnas en sus cuatro caras. Ver cómo el importante ábaco se dispone en transición de la irregular planta del núcleo para recibir arcos y aristones.

Fotos: Roberto Benedicto. 2013.









Figs. 220, 221 y 222. Arriba izquierda. SAN ISIDORO DE LEÓN (España, siglo XI). Ver la incidencia del aristón de la bóveda de la nave lateral sur. **Abajo izquierda.** CATEDRAL VIEJA DE SALAMANCA (España, siglo XII). Pilar cruciforme con semicolumnas en sus cuatro caras, que presenta una más en el rincón del pilar para articular el arco diagonal de la bóveda de crucería de época románica. **Derecha.** Planta y alzado parcial desde la nave central de un pilar cruciforme con semicolumnas en cada cara.

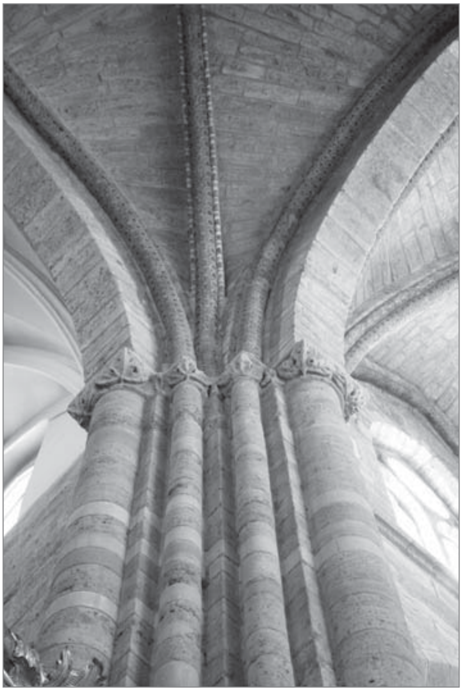
Dibujo y fotos: Roberto Benedicto. 2007-2010-2003.



Figs. 223, 224 y 225. Arriba. CATEDRAL DE LÉRIDA (España, siglo XII). Un pilar compuesto con múltiples semicolumnas que amortiguan el impacto de su potencia. Esta es ya una iglesia de transición hacia el gótico. **Abajo izquierda.** SANT'AMBROGGIO DE MILAN (Italia, siglos XI-XII). Ver el pilar compuesto con una semicolumna de ángulo recogiendo el arco diagonal de la bóveda de crucería. En una de sus primeras utilizaciones, hacia 1080. **Abajo derecha.** SANTA MARÍA DEL AZOQUE (Benavente, España, siglo XII). Pilar toral noroeste del crucero.

Fotos: Roberto Benedicto. 2010-1997.





12.3. LA COLUMNA. CRIPTAS Y DEAMBULATORIOS. LAS ADAPTACIONES DE SUS BÓVEDAS. LA CABECERA ROMÁNICA

12.3.1. La columna

La columna es utilizada desde los primeros momentos, normalmente construida con piezas de piedra labrada que denominamos tambores tomados con delgadas juntas de argamasa,[203] Los podemos ver, entre otros casos (Fig. 110), en Santa María y en San Clemente de Tahull (Lérida, España, 1123), en la llamada iglesia mozárabe de San Juan de la Peña y en San Abundio de Como (Lombardía, Italia, siglo XI) (Figs. 226 y 227). Más raramente son monolíticas, aunque en algunas criptas se reutilizaron fustes monolíticos, capiteles y basas de monumentos anteriores (Figs. 230 y 231). La columna consta de fuste, capitel con ábaco sobre el que se entregan arcos y bóvedas, y en muchos casos presenta basa. En la época medieval sus fustes son cilíndricos de sección recta y no siguen las proporciones del mundo clásico, no presentan éntasis,[204] salvo en algunas columnas reutilizadas de época anterior. La basa románica más generalizada supone variantes sobre la ática del jónico, que no siguen su perfección proporcional, con o sin pequeñas bolitas o elementos similares en sus ángulos. Es notable esta persistencia formal que se puede ver en basas iniciales y de fechas mucho más tardías.

La columna se dispone para el estribado de las arquerías de las naves centrales, donde la podemos ver también alternada con pilares compuestos, configurando «tramos dobles»[205] (Figs. 211 y 228); conformando una tipología de planta de claro antecedente paleocristiano y carolingio. Se utiliza también en las naves laterales[206]; de forma generalizada en las criptas (Fig. 230) y en los deambulatorios que estudiaremos inmediatamente (Fig. 234); son de general utilización en las arquerías de los claustros donde pueden disponerse agrupadas (Fig. 229), como veremos más adelante; se utilizan en las tribunas, donde recogen sus arcos dobles y en los triforios (Figs. 255, 256, 257 a 260); en las ventanas de las torres, exentas o de forma apilastrada en puertas, ventanas (Figs. 42-44 y 46) y articulaciones de los paramentos (Figs. 145 y 148), pilares y pilastras. Conviene decir que en las naves de las iglesias son relativamente pocos los casos en que vemos columnas, ya que generalmente se utiliza el pilar compuesto.

203 Son las piezas de piedra cilindricas que conforman el fuste de una columna. En ocasiones pueden constar de varias piezas. Las podemos ver en Santa María de Tahull (Lérida, España, 1123), en la llamada iglesia mozárabe de San Juan de la Peña (Huesca, España hacia 950), o en San Abundio de Como (Italia, primer tercio del siglo XI), entre otros casos.

204 El éntasis es una curvatura especial que siguen los dos tercios superiores de su fuste, de forma que el tercio inferior es recto y perfectamente cilindrico.

205 Catedral de Jaca (Siglo XI). Abacial de Hersfeld (Alemania, hacia 1037). San Miguel de Hildesheim (Alemania, 1001-1033). San Ambrosio de Milan (Italia, hacia 1080). San Víctor en Arsago Seprio (Lombardía, Italia, siglo XII, con autores que la retrotraen al siglo VIII). Primer tramo de la abacial de Alaón (Huesca, España, siglo XII), etc...

206 Santa María de Ripoll (España, hacia 1020-1032), es un magnífico ejemplo de esto, esta iglesia con cinco naves presenta columnas entre las dos laterales, bien que fue casi totalmente reconstruida en el siglo XIX. Saint Hilaire de Poitiers (Francia, siglos XI-XIX).

Muy pronto su utilización se generalizará en las criptas, construidas con tambores (Figs. 97 y 230). Como se ha dicho es relativamente frecuente en un principio la reutilización de fustes monolíticos de edificios anteriores situados generalmente en la proximidad y ya desaparecidos, como lo es la reutilización de basas y capiteles. Esto se puede notar, no sólo por la evidencia de sus artificios, sino también por los generalizados desajustes que pueden verse en estos casos, fustes de distinta altura, tipo de sección, labra, tipo de mármol o naturaleza de la piedra, desacuerdos notorios entre los capiteles y basas en sus entregas al fuste de la columna, etc. No obstante, esta práctica de reutilización es abandonada muy pronto. No sólo porque ya no es posible encontrar más piezas para su reutilización, sino porque el impulso creciente del nuevo sistema impone sus modos particulares de construir.

12.3.2. Las criptas. Los deambulatorios, las cabeceras románicas, las obligadas variantes de sus bóvedas

El desarrollo de las criptas bajo la cabecera de la iglesia comienza de forma decisiva con la arquitectura carolingia, ante la gran trascendencia que adquiere el culto a las reliquias y a los cuerpos santos que atraen innumerables peregrinos y el interés de los reyes y la nobleza por enterrarse junto a estos testimonios de fe. Cuestiones que se traducen no solo en fuente de religiosidad sino en cuantiosos beneficios y poder para las iglesias o monasterios que las albergan y exhiben, que pugnan por poseer y exhibir las de más alta santidad y prestigio. A este respecto, es destacable el «rapto» que de los restos de Benito de Nursia depositados en la abadía de Montecasino, llevaron a cabo los monjes de Fleury en el siglo VII. Llevándoselos a su monasterio, donde son la gloria de Fleury y hoy se pueden venerar. No quiero dejar de contar la sorpresa que me produjo ver en el capitel sur de la cripta, situada en la embocadura de la tumba de San Benito, la figura de un hombre o un demonio —¿emparedado?— con cara de chanza enseñando notoriamente la lengua al visitante (Fig. 232) Enigmática cuestión.

Esas criptas, semienterradas o totalmente construidas bajo la rasante del terreno, presentaban en sus primeras manifestaciones, estructuras con importantes machones y pilares para sostener las bóvedas de medio cañón que las cubrían y que soportaban el piso superior del presbiterio sobrealzado sobre la nave si las criptas estaban semienterradas. De forma que su interior estaba fragmentado con dificultosa percepción de su espacio global, y además con complicada circulación interior, más si el acceso era único. Para facilitar estos recorridos interiores y evitar incómodas aglomeraciones en los momentos de afluencia masiva de fieles, pronto se adoptarán los deambulatorios a los que se abrirán capillas radiales[207] y se dispon-

207 Un deambulatorio es una nave semicircular adosada al muro exterior que engloba el espacio interior de la cripta, o del presbiterio de la nave superior de la iglesia. En las criptas, el que parece ser primer deambulatorio románico se construyó en 918 en Saint Martín de Tours (Francia), desaparecido ya. Deambulatorios de la mayor antigüedad se construyeron en la catedral de Clermont Ferrand hacia 946 y Chartres 858-1014, ambas en Francia, entre otros. Ver Conant, Kennet John, *Arquitectura carolingia y románica 800/1200*. Ed. 1982, pp. 151 y siguientes, Manuales Arte Cátedra, Madrid.

drán dos accesos al interior de la cripta situados normalmente en los ángulos noroeste y suroeste de su planta.

Parece que el primer deambulatorio y ese acceso doble se dispuso para resolver los mismos problemas en la cripta de San Pedro del Vaticano entre los años 578-604, correspondientes a los papados de Pelagio II y San Gregorio Magno[208]. Una solución que por el prestigio del lugar influyó de manera decisiva en su adopción posterior. Otro deambulatorio de fecha temprana y sin capillas radiales, hoy desaparecido, es el que tuvo San Juan de Letrán, construido en el siglo IX y según algunos autores en el siglo IV, con lo que pertenecería a la primera basílica constantiniana.

La adopción para cubrir estas criptas de una o de tres naves de la bóveda de arista, bien de tipología romana en tramos continuos o plenamente románica divididos por arcos fajones, con tramos de poca dimensión contiguos y sensiblemente iguales (Figs. 97, 98, 101-103, 230 y 231), supuso un trascendental progreso con respecto a las pesadas bóvedas de medio cañón anteriormente utilizadas. Estas bóvedas se estriban ahora en delgadas columnas y el muro perimetral exterior, con o sin pilastras o semicolumnas semiempotradas o adosadas a él.

Esta disposición estructural tiene como consecuencia en las columnas exentas, que todas las componentes horizontales de los empujes que transmiten los aristones, arcos fajones y formeros de las bóvedas de arista incidentes sobre ellas, son iguales y de dirección opuesta. Se equilibran, quedando solamente por estribar las componentes verticales o pesos. Para ello y teniendo en cuenta que los tramos son de poca luz, bastan delgadas columnas que permiten una mayor diafanidad del espacio interior de la cripta, que la presencia anterior de pilares y machones dificultaba. Lográndose así un espacio fácilmente abarcable y tenuemente iluminado por las estrechas ventanas que en su caso se puedan abrir, lámparas de aceite y cirios, pleno de misterio y religiosidad. Con ello los espacios interiores de las criptas, con menos obstáculos y una fácil circulación, se extendieron en los casos de mayor desarrollo bajo toda la cabecera, crucero y brazos del transepto[209] (Fig. 230), o a buena parte del subsuelo de la nave[210].

Respecto a las pilastras, recaen hacia el espacio interior, a modo de «contrafuertes interiores», como hemos visto, siguiendo anteriores modelos romanos. Pero dado que el grosor de

208 Iñiguez, José Antonio, *Sintesis de arqueología cristiana*, p. 245, Ediciones Palabra, 1977, Ávila.

209 Cabe citar el caso de la importante cripta de la Catedral de Speyer (Renania, Alemania, siglo XI). Con bóvedas de arista ya románicas sobre columnas aún algo pesadas, que conforman tres naves bajo la cabecera y transepto de la iglesia. De forma que las arquerías que conforman las naves presentan tramos de columnas entre machones de fábrica convenientemente dispuestos para fortalecer el sistema.

210 Saint Benigne de Dijón (Francia, 1001-1018). La cripta se extendía bajo la cabecera y buena parte de la nave central de la iglesia. Nos llega la parte bajo la cabecera, reconstruida en 1858, ya que el resto permanece en estado desconocido bajo la actual iglesia. Conservándose al este de esta zona de la cripta el primer piso de la que fue una estupenda rotonda iluminada cenitalmente, construida por Guillermo de Volpiano hacia el año 1000. Otro estupendo ejemplo es la cripta de Fulberto en Chartres (1020), que se conserva en su integridad y es considerada la mayor cripta de Francia.

los muros era importante y que además, los pesos que en él incidían de los muros superiores sobraban para estribar los empujes de las bóvedas de arista incidentes. Es evidente que obedecían a un propósito exclusivo —otra vez más— de articulación de los paramentos interiores de ese muro.

Es relativamente frecuente, en un principio, la adopción de la bóveda de arista «a la romana» para cubrir estos tramos, cuyos plementos presentan continuidad entre sí (Fig. 97) o con bóvedas de arista románicas configurando tramos articulados por arcos fajones y formeros (Figs. 98, 101-103), aunque estos últimos, cuando se disponen entre las naves de la cripta tienen en la realidad función de arcos fajones, ya que existe una continuidad lateral de los tramos.

El traslado del deambulatorio de las criptas a la cabecera superior de la iglesia es casi inmediato, acompañándose de absidiolos radiales abiertos a él[211], que se completan en no pocos casos con otros abiertos en los brazos del transepto (Figs. 234 y 235). Estos absidiolos facilitan disponer de un mayor número de altares para la celebración de misas, ante el elevado número de monjes o canónigos, y de advocaciones a la veneración de los fieles, de forma que el deambulatorio facilita el acceso a todos ellos. Así, el conjunto absidiolos-deambulatorio rodea el presbiterio de la iglesia donde se ha dispuesto el altar mayor, punto focal del espacio de la iglesia, que en algunas ocasiones va a albergar bajo su ara la reliquia de mayor prestigio que allí se conserva[212].

De igual manera que en la cripta, el deambulatorio se abre hacia el presbiterio, ahora mediante una importante arquería de altas y cercanas columnas que estriban los arcos que recogen los empujes y pesos de la bóveda del ábside principal, del deambulatorio y de los muros, tribunas y cubiertas de estos ámbitos (Figs. 68, 123, 235 y 236). Una diáfana disposición de columnas que abre igualmente el espacio de la nave central, desde el presbiterio hacia el deambulatorio

Aquí, las mismas razones de diafanidad son decisivas, de forma que la proximidad entre las columnas, adaptadas a la planta semicircular de la cabecera, favorece que sean menores las cargas a soportar por cada una de ellas. Por otra parte, la forma circular de esta parte del edificio, las bóvedas del deambulatorio y la presencia de los absidiolos, suponen una geometría y un artificio favorable al estribado del conjunto de la cabecera que favorece su estabilidad.

Con estas disposiciones la cabecera de la iglesia presentará un conjunto de volúmenes magnífico que adquirirá un notable desarrollo. Completada en no pocas ocasiones por estupendas y altas torres, notables y poderosos cimborrios alzados sobre la cúpula del crucero, de una forma brillante, enriquecida por las articulaciones de los paramentos de todos estos elementos y la disposición de los progresivamente articulados vanos de sus ventanas (Figs. 157

211 Son pequeñas capillas de planta semicircular o rectangular, análogas al ábside mayor.

212 El cuerpo de San Agustín en San Pietro in Ciel d'Oro, Pavía, entre otros singulares casos.

y 237). Aspectos en los que la arquitectura gótica incidirá posteriormente con gloriosas cabeceras. De la misma manera se continúa con la tradición de iglesias con doble cabecera, lográndose iguales efectos en ambas (Fig. 239).

Un asunto de interés es que la geometría circular de planta de estos deambulatorios, tanto en criptas como en la iglesia superior, implica que las bóvedas que lo cubren deban adaptarse a ella. En términos generales son bóvedas de arista las que se disponen cubriendo estos tramos, bien que en los deambulatorios de las criptas se dan variantes. Ya en un primer momento, hemos visto en la rotonda de Guillermo de Volpiano de Saint Benigno de Dijón (Fig. 96), como su deambulatorio se cubre con una bóveda de medio cañón sobre arcos fajones, que alterna tramos con lunetos curvos y apuntados, sin que estos lleguen a formar una bóveda de arista ya que no llegan a interseccionarse en las claves. Podemos ver un caso similar en la cripta de Saint Philibert de Tournus y en la de Fleury (Fig. 241), en esta última existen tramos con lunetos curvos en su lado interior, mientras en el exterior, el plemento adopta la forma de un luneto apuntado, alineándose las aristas de ambos lunetos.

En el deambulatorio de la iglesia superior, los tramos de que consta su desarrollo se articulan con arcos fajones que se disponen radialmente con el centro de curvatura de la arquería que define el presbiterio, partiendo de sus columnas. Se definen así tramos trapezoidales de planta, con lados más cortos al interior que al exterior, a los que deben adaptarse las bóvedas que los cubren y en los que ya se abandonan los lunetos y sólo son bóvedas de arista las que cubren sus tramos. En ellas y dada su planta trapezoidal, o bien sus aristones se interseccionan en el centro de cada tramo de forma que no presentan correspondencia sobre sus planos diagonales (Fig. 242), o bien la presentan de forma que el plemento recayente al interior es más pequeño que el recayente al exterior, desplazándose su clave hacia el interior del tramo (Figs. 240 y 242), adaptándose así la bóveda a la planta trapezoidal del tramo.

Todavía vemos otra variante en la disposición de estas bóvedas, esta vez en el deambulatorio circular que rodea el espacio central de la Rotonda de Brescia (Fig. 243, Italia, siglo XI). Esta es una importante iglesia lombarda de planta circular y en su deambulatorio exterior, se han dispuesto bóvedas de arista sobre tramos de planta cuadrada, lo que obliga a regularizar la curvatura del deambulatorio con tramos contiguos a estos, de planta triangular sobre arcos fajones de tipo diafragma, cuyo vértice se sitúa en la columna de la arquería del presbiterio.

Estas disposiciones de los tramos de los deambulatorios, pasarán a las iglesias románicas en las que se utilicen iniciales bóvedas de crucería para cubrir los tramos de sus deambulatorios, en un claro anticipo de las que ya en la arquitectura gótica veremos en sus girolas[213]. Tenemos un glorioso ejemplo en el deambulatorio doble de San Vicente de Ávila construido por el maestro Fucher (Fig. 234, España, siglo XII), o en el deambulatorio de Santo Domingo de la Calzada (Fig. 245, La Rioja, España, siglo XI).

213 Se llama así a la nave homóloga que rodea el presbiterio y se abre a capillas radiales, en la arquitectura gótica.







Figs. 226, 227 y 228. Arriba izquierda. MONASTERIO DE SAN JUAN DE LA PEÑA. IGLESIA BAJA (Huesca, España, siglo XI). Columna de tambores, en la arquería que divide las naves. Ver el salmer compartido. **Arriba derecha.** SANT'ABBONDIO DE COMO (Italia, siglo XI). Columnas estribando las arquerías de la nave central. La nave, de tipología basilical está cubierta por armaduras de madera, y es posterior a la obra lombarda del primer tercio del siglo XI. **Abajo.** CATEDRAL DE SAN PEDRO DE JACA (Huesca, España, siglo XI). Columna construida con tambores elaborados con piezas aparejadas, entre dos pilares compuestos, conformando un tramo doble.

Fotos: **Arriba.** Isabel Ascaso Til, Rocío Vallejo Villar, 2012. **Abajo.** Roberto Benedicto. 2011.







Figs. 229, 230 y 231. Arriba izquierda. SANTA MARÍA DE RIPOLL, CLAUSTRO (Gerona, España, siglos XI-XII). Panda norte. Ver las columnas dobles. Y en primer plano el arco rebajado que recoge las correas de la panda este del claustro, como solución del encuentro de los faldones de cubierta en ese ángulo. Notar también la existencia de mensulitas de piedra que recogían una viga solera de madera en la que se entregaban las correas de las anteriores y desaparecidas cubiertas. Las actuales son relativamente recientes. **Arriba derecha.** CRIPTA DE LA CATEDRAL DE SPEYER (Renania, Alemania, siglo XI). Vista parcial, hacia el transepto norte. Ver los machones que rigidizan las arquerías de la cripta sostenidas por columnas construidas con tambores, y las bóvedas de arista en tramos con arcos fajones y formeros que tienen la función real de fajones. **Abajo.** CRIPTA DE LA CATEDRAL DE RODA DE ISÁBENA (Huesca, España, siglos XI-XII). La cripta se dispone semienterrada, con lo que el presbiterio está sobrealzado y se accede a la cripta desde la nave. La cripta tiene tres naves con tramos cubiertos por bóvedas de arista sobre delgados pilares de fuste monolítico, unos reutilizados y otros construidos con tambores cuadrados o poligonales.

Fotos: Roberto Benedicto. 2009-2010.

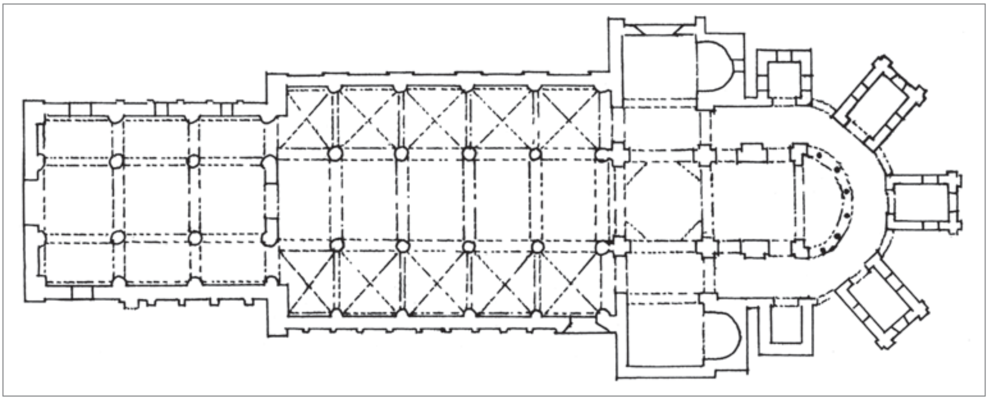


Figs. 232, 233 y 234. Arriba. FLEURY. SAINT BENOÎT SUR LOIRE (Francia, siglos XI-XII). Capitel mencionado en el texto. **Abajo izquierda.** SAINTE RADEGONDE (Poitiers, Francia, siglos XI-XIII) CRIPTA. Ver el absidiolo abierto a su deambulatorio. **Abajo derecha.** SAN VICENTE DE ÁVILA (España, siglo XII). Deambulatorio doble visto hacia el noreste.

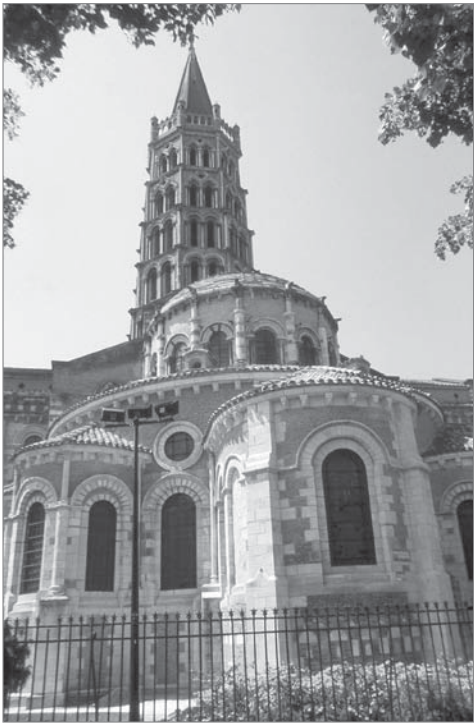
Fotos: Roberto Benedicto. 2010.











Figs. 235, 236 y 237. Arriba. SAINT PHILIBERT DE TOURNUS (Francia, 950-1120). Croquis de su planta general. En la que se puede ver su cabecera con el deambulatorio al que se abren cinco absidiolos rectos, y otros absidiolos en los brazos de su transepto. **Abajo izquierda.** SAINTE RADEGONDE (Poitiers, Francia, siglos XI-XIII). Presbiterio alzado sobre la cripta inferior que alberga los restos de Santa Radegonda. Ver el magnífico deambulatorio al fondo, con gloriosas pinturas en sus columnas, capiteles y bóvedas. **Abajo derecha.** SAINT SERNIN DE TOULOUSSE (Francia, siglo XI). Ver la magnifica volumetría del conjunto de su cabecera. La estupenda torre sobre el crucero, característica del Limousin francés, se comenzó a construir ya en época gótica.

Dibujo y fotos: Roberto Benedicto. 2000-2014-2009.



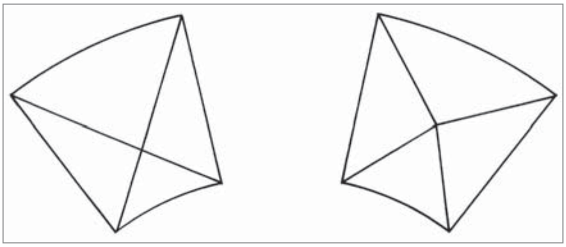




Figs. 238, 239 y 240. Arriba. SAINT ETIENNE DE NEVERS (Francia, siglo XII). Cabecera con deambulatorio y absidiolos abiertos a él. **Abajo izquierda**. CATEDRAL DE WORMS (Renania, Alemania, 1170-1181 para el ábside occidental), Iglesia con doble ábside. Magnífico conjunto del ábside occidental con articulaciones paramentales de arquerías semiempotradas, rosetones y galería de nichos. Ver el destacado cimborrio y las dos magníficas torres. Todo ello fue totalmente reconstruido con las mismas piezas de sillería en los años 1901-1906, ante la que se pensó era una irrecuperable ruina generalizada de toda esta parte de la iglesia. **Abajo derecha.** NOTRE DAME DE BEAUNE (Francia, siglo XII). Bóveda de arista sobre un tramo trapezoidal del deambulatorio superior de la iglesia, vista hacia el presbiterio. Ver cómo los aristones son continuos en el mismo plano y se intersecciona más cerca del lado corto que del lado largo.

Fotos: Roberto Benedicto. 2010-2009.







Figs. 241, 242 y 243. Arriba. CRIPTA DE SAINT BENOÎT SUR LOIRE, FLEURY (Francia, siglo XI). Bóveda de un tramo de la planta del deambulatorio con luneto curvo recayente al lado corto y luneto apuntado al exterior. Ver que este último presenta su vértice no correspondiente a la clave de la bóveda, pero que los lados de ambos lunetos, bien que sin contacto alguno, se alinean. **Centro.** Croquis de plantas cenitales de bóvedas de arista sobre tramos trapezoidales de un deambulatorio. **Abajo.** LA ROTONDA DE BRESCIA (Italia, siglo XI). Ver cómo la regularización de los tramos del deambulatorio exterior a tramos cuadrados, implica la disposición de tramos triangulares cubiertos por bóvedas de geometría compleja que se adaptan a ellos.

Fotos y dibujo: Roberto Benedicto. 2010-2000.

Figs. 244 y 245. Arriba. SAINTE RADEGONDE (Poitiers, Francia, siglo XI-XIII). Bóvedas de arista de tipología romana en su deambulatorio. **Abajo.** SANTO DOMINGO DE LA CALZADA (La Rioja, España, siglo XI). Tramo central del deambulatorio, desde el presbiterio.

Fotos: Roberto Benedicto. 2014-2010.





12.4. LOS SALMERES INDEPENDIENTES Y COMPARTIDOS

Ya en las basílicas paleocristianas se utilizaba la columna como estribo de cubiertas y muros sobre arquerías. Esas columnas tienen un capitel sobre el que se dispone el ábaco como «zapata» intermedia en la que se apoyan los arcos concurrentes, recibiendo y transmitiendo a la columna sus empujes reconducidos y pesos recibidos.

En esa época la superficie de apoyo que el ábaco ofrece a los arcos concurrentes es suficiente para que sus apoyos sean independientes, de forma que sobre el ábaco se apoyan los dos arcos con o sin su respectivo extradós en contacto presentando salmeres[214] independientes entre sí. La albanega entre los dos arcos, adopta la forma geométrica de un triángulo curvo invertido cuyo vértice es de molesta disposición. Podemos ver corregida esta cuestión en la posterior arquitectura hispano-visigoda en la que se conservan no pocos ejemplos de ello[215], en los que las dovelas del salmer de los dos arcos concurrentes en el ábaco sobre la columna, o en los arcos torales del crucero (Fig. 247), se sustituyen por piezas enterizas comunes, que una vez llegado el punto donde los arcos se separan pasan a ser independientes. Se configura así un salmer compartido. Otro notable ejemplo de la antigüedad tardía es San Clemente de Brescia (Fig. 248, Italia, siglo VIII), en el que las arquerías de su nave central construidas en ladrillo presentan salmeres compartidos.

Este salmer compartido facilita que la superficie de apoyo de los dos arcos sobre el ábaco se reduzca, con lo que el ábaco, el capitel y la columna pueden ser menores, como corresponde a una columna proporcionada adecuadamente; y sobre todo, el nacimiento de los arcos es más monolítico. Las zonas de muro entre los arcos o albanegas, adoptan la forma de cuña invertida y se convierten en necesarias partes del muro que recogen y transmiten al pilar o columna los empujes generados por los arcos (Fig. 60). De forma que el empuje reconducido resultante, convertido en una carga vertical o peso, está perfectamente centrado en ese conjunto de piezas monolíticas sobre el eje de la columna o pilar que lo estriba (Figs. 248 y 249). Lo hemos visto ya inicialmente en los apoyos de arcos y bóvedas de las criptas románicas que más arriba se han estudiado (Figs. 100, 101, 103), donde el ábaco necesariamente ofrece un espacio reducido. Pero el obligado aumento de la potencia de los pilares y por tanto el de sus secciones, motivará que los maestros románicos no continúen por este camino. Así, harán arrancar los arcos de arquerías y sus bóvedas con apoyos exentos e independientes a lo largo de todo el periodo (Figs. 98, 102, 246 y 247). Será necesario llegar a la época gótica, incluso después de la construcción de la cabecera de Saint Denis, que no presenta aún salmeres compartidos en sus arcos y bóvedas, para que esta cuestión se retome y de ella se extraigan los importantes beneficios que comporta.

214 Ver capítulo 5.

215 Lo podemos ver en las arquerías de San Juan de Baños de Cerrato (Palencia, España, siglo VII), en los arcos del crucero y ventanitas de la dependencia adosada al norte de la cabecera de San Pedro de la Nave (Zamora, España, siglo VII), y aún de forma bien notable en los arcos de los cruceros de Melque (Toledo, España, siglos VII-VIII), y Santa Comba de Bande (Orense, España, siglos VII), entre otros casos.

El que los arcos y bóvedas que concurren en el ábaco presenten salmeres independientes, implica un notable aumento del ábaco, consecuencia del aumento de la luz, altura y articulaciones de las bóvedas que progresivamente se lleva a cabo. Aumento imprescindible para recibir todos esos arcos y que facilita que la resultante de los empujes y pesos incidentes reconducidos sean mejor estribados al ofrecerse mayor sección al empuje reconducido.

12.5. EL COMPLEJO ESTRIBADO DEL EMPUJE DE LA BÓVEDA ALTA

Un problema que el maestro románico no supo resolver adecuadamente y originó numerosos problemas, finalmente resueltos por la introducción del arbotante gótico, es el que implica el estribado del empuje de la bóveda alta. La evolución del tamaño de las iglesias implicaba que esta bóveda se dispusiera a una altura notablemente mayor que las bóvedas de las naves laterales, y aun por encima de las tribunas, clerestorios y/o triforios que estudio más adelante. Hemos visto anteriormente brillantes e iniciales sistemas de bóvedas transversales como soluciones a estas cuestiones en Saint Philibert de Tournus[216], que no tuvieron continuidad. En un principio, la bóveda alta no tiene más elemento estructural de estribado para su empuje que el espesor del muro al que se entrega. En estas circunstancias y como hemos tratado, el peso que ese muro recibe de las cubiertas, de dirección vertical, se suma y combina con ese empuje, de forma que la resultante es un empuje reconducido cuya dirección está más cercana a la vertical que la del empuje estricto de la bóveda.

Pero en las iglesias de notable tamaño y altura, para estribar ese empuje hubiera sido necesario disponer gruesos muros, cuyo espesor obligaba a construir gruesos arcos sobre los pilares que separaban las naves, muros que en algunos casos desbordaban el grosor de estos arcos, cargando de manera absolutamente inconveniente sobre las plementerías de la bóvedas y arcos fajones de las naves laterales[217]. Esta disposición estructural fue causa de muchos problemas y se trató de mejorar reduciendo el espesor de ese muro con la introducción de contrafuertes exteriores correspondientes a los arcos fajones de la bóveda alta (Fig. 252). Estos contrafuertes no pueden descender hasta el suelo, porque incidirían en las naves laterales mermando su anchura, y se apoyaron sobre los arcos fajones de las naves inferiores y parte de sus plementerías concurrentes.

La solución así adoptada, aunque mejora a la anterior, supone la introducción de cargas puntuales y asimétricas sobre esos arcos y plementos, en los que originará problemas de movimientos y giros. Y se intentará sustituir con la construcción de muros-contrafuertes de alzado

216 Ver supra, capítulo 6.

217 CONANT, Kenneth John, *Cluny. Les églises et la maison du chef d'ordre*. Cambridge, 1968, fig. 86. Ver la reconstrucción hipotética que Kenneth Conant efectúa sobre la sección transversal de las naves de la iglesia abacial de Cluny III. Ese grueso y pesado muro que carga sobre las plementerías y arcos fajones de las bóvedas inferiores de las naves laterales, fue en opinión del autor, la causa de su ruina parcial y de la posterior construcción de arbotantes.

triangular dispuestos bajo los faldones de las cubiertas de las naves laterales, que se apoyan a lo largo de los arcos fajones de las naves laterales y les transmiten las cargas y empujes recibidos de manera más uniforme y continua, con lo que el sistema es más coherente. Aunque estos muros-contrafuerte, al no poder elevarse hasta las zonas adecuadas de la bóveda alta para recoger directa y adecuadamente su empuje, sobre todo si hay clerestorios, no resuelven bien el problema de estribado que se presenta. Será la posterior introducción del arbotante gótico[218] la solución correcta y el recurso a que se tuvo que acudir en poco tiempo (Fig. 254).

Fue con las llamadas iglesias de peregrinación[219], sobresalientes ejemplos de los logros estructurales de la arquitectura románica, ya a partir de la segunda mitad del siglo XI, con las que vemos una estupenda solución para el estribado del empuje de la bóveda alta, que obviaba los problemas anteriormente descritos. En estas iglesias, bóvedas de cuarto de cañón sobre arcos fajones cubren sus tribunas; estos arcos presentan un murete sobre ellos sobre el que descansa la plementería de estas bóvedas, de forma que son «arcos diafragma», y se disponen en correspondencia con los arcos fajones de la bóveda de la nave central. Dado que la línea superior de claves de estas bóvedas de cuarto de cañón se eleva hasta un punto cercano a la línea de aplicación de los empujes resultantes de la bóveda alta, actúan estribando esos empujes en puntos sólo algo por debajo de los que este realmente se entrega (Figs. 80 y 253). Pero pese a ello, no cabe en la estructura románica una solución más ajustada para estribar esa bóveda, utilizando las masas de las bóvedas que hay que construir necesariamente para cubrir las tribunas para recoger y transmitir aquel empuje. Los gloriosos ejemplos de la arquitectura antigua anterior tienen aquí su lógica continuación[220].

No quiero dejar de señalar que en algunas torres adosadas a naves o cabeceras, sus muros interiores se apoyan más o menos parcialmente, de forma sorprendente, sobre las plementerías de las bóvedas adyacentes, aunque las bóvedas no fallaron por esta causa[221].

No sólo se utilizaron en la época románica los hasta aquí descritos elementos de estribo. Como se ha dicho anteriormente, la construcción de cúpulas, cimborrios, cuerpos occidenta-

218 El arbotante es un elemento estructural conformado por «un puntal» o botarel y un contrafuerte exterior. El botarel normalmente es un fragmento de arco muy rebajado que se aplica superiormente en el punto en que el empuje de la bóveda se entrega, salva el ancho de la nave inferior, e inferiormente se entrega al contrafuerte exterior, transmitiéndole aquél empuje. Bien que algún sector de la investigación llama arbotante exclusivamente al botarel. No es lugar este para abundar más en ello.

219 Son las iglesias que se construyeron vinculadas a los Caminos de Santiago, por lo que reciben el nombre de iglesias de peregrinación. Constituyen una tipología de iglesia y de estructura que supone uno de los mejores exponentes de la evolución y logros de la arquitectura románica, que comienzan a construirse a partir de la segunda mitad del siglo XI. Son cinco: Saint Marcial de Limoges y Saint Martin de Tours, ambas en Francia y ya desaparecidas. Sainte Foy de Conques, Saint Sernin de Toulousse, las dos en Francia y Santiago de Compostela, que se conservan perfectamente.

220 En Roma los mejores ejemplos de cómo las partes colaboran a la estabilidad del todo los proporcionan los Palacios Imperiales y las Termas, bien que casi totalmente desaparecidas. Santa Sofía de Constantinopla es un ejemplo difícilmente superable.

221 San Juan Evangelista de Besiáns (Huesca, España, siglo XII). El Salvador de Murillo de Gállego (Huesca, España, siglo XII), bien que la torre actual es del XVI.

les y torres, «cierran» y estabilizan con sus importantes pesos los empujes de las arquerías de las naves en sus extremos. La disposición de la cabecera de planta generalmente semicircular con deambulatorios y absidiolos colabora a la estabilidad de las cabeceras. Y por otra parte las bóvedas y arcos de cada tramo con su contigüidad y disposiciones en la planta global, implican que sus respectivos empujes se compensen, contrarresten o sumen en las cabezas de los estribos dispuestos para su contención, con lo que las partes colaboran decisivamente en la estabilidad del conjunto. Disposición que tras haberse abandonado desde la arquitectura romana y bizantina, se retoma ahora con consecuencias decisivas.

12.6. LA ELABORACIÓN DE LA ARTICULACIÓN DE LOS MUROS DE LA NAVE PRINCIPAL. TRIBUNAS Y TRIFORIOS

En iglesias románicas de tipología aún basilical de tres naves, podemos ver cubiertas con armaduras de madera vistas que se apoyan en muros sobre arquerías. En un principio estos muros son ciegos y lisos, y pueden ostentar pinturas; si se elevan suficientemente por encima de las cubiertas de las naves laterales, pueden presentar ventanas o más o menos desarrollados clerestorios[222] sobre un paramento ciego bajo ellas, que se corresponden con las zonas confrontantes con los espacios bajo las cubiertas de las naves laterales (Figs. 146, 211). Ya en época románica con bóvedas que cubren la iglesia, sobre las cubiertas de las naves laterales pueden existir ventanas que suelen ser de poca dimensión (Figs. 83, 87, 216 y 219). Son estas unas articulaciones básicas e iniciales del muro correspondiente a la nave central, básicamente plano, ritmado por las grandes arcadas sobre pilares o columnas y las ventanas en su caso.

Como hemos visto, el desarrollo descrito del pilar, producirá una rica articulación de ritmos verticales logrados con las semicolumnas que se enlazan con los arcos fajones, formeros, arquerías que separan las naves y los aristones o arcos diagonales de las bóvedas altas. Generándose crecientes y potentes ritmos verticales que escanden el espacio. Ese ritmo vertical se acompaña y contrarresta con la pausada direccionalidad hacia el ábside mayor que introducen las arcadas que separan las naves, a lo que se suma otro ritmo, el puntual de los capiteles de los pilares. Subrayándose todo esto, en algunos casos, con cornisas que recorren longitudinalmente el muro de la nave. Naturalmente la disposición de ventanas bajo la bóveda alta, las abiertas en los muros exteriores de las naves laterales y fundamentalmente las de la cabecera de la iglesia permiten la entrada de la luz, como el mejor material para la definición global del espacio románico, resaltando y focalizando los ritmos introducidos.

La introducción de tribunas[223] o galerías altas dispuestas sobre las naves laterales, en las iglesias en las que se precisaba un mayor espacio y que se destinaron a albergar más pere-

222 Son las series de ventanas altas.

223 Son galerías altas dispuestas sobre las naves laterales que se abren hacia la central con arquerías dobles, y que se destinaron a albergar más peregrinos y fieles en estas iglesias. Las iglesias de peregrinación de que trato, presentan tres o cinco naves, transeptos con tres naves y cabeceras con deambulatorio. Y en ellas las tribunas se disponen sobre las naves laterales inmediatas a la central, las del transepto y sobre el deambulatorio.

grinos y fieles (Figs. 80, 255 y 256), siguiendo la tradición iniciada ya por la basílica paleocristiana[224], supone un potente medio de articulación del muro de esta nave. Se accede a ellas desde escuetas escaleras alojadas en las torres de la fachada, y su espacio se abre hacia la nave central sobre la arquería que separa las naves en cada uno de los tramos, generalmente con doble vano con arcos de medio punto apeados en columnitas centrales y cobijados bajo un arco común. Estas tribunas pueden presentar ventanas en su muro exterior, con lo que la iglesia recibe una sutil luz indirecta, que baña todo el espacio. Las tribunas no solo se dispusieron en la nave central, sino que su desarrollo se extendió a los transeptos, presbiterio y ábside. Como en las iglesias de peregrinación con tres o cinco naves, transeptos con tres naves y cabeceras con deambulatorio, todos ellos con tribunas (Fig. 52). Un ejemplo temprano de tribunas sobre las naves laterales se dio hacia 1020, en la ya comentada y desaparecida iglesia de Saint Benigne de Dijón, y en Saint Remi de Reims (Francia, 1005-1049).

Existen casos en que sobre la arquería de la nave central se abren arquerías similares a las de las tribunas hacia la nave lateral contigua, pero que no se corresponden con tribunas, que no existen y que llamamos falsas tribunas, ya que la nave lateral sobrepasa en altura a estas arquerías. Un caso de notable antigüedad que se constituye en claro antecedente de este tema lo podemos ver en la pequeña iglesia de planta cruciforme y de época carolingia de Saint Germigny des Prés (Fig. 257 Saint Benoît sur Loire, Francia, 806)[225]; en su crucero con cúpula y en los altos muros sobre sus arcos torales se abren tres arcos sobre columnas, que los articulan a modo de una falsa tribuna. Ejemplos ya plenamente románicos son Saint Étienne de Nevers (Fig. 261, Francia, siglo XI-XII), la catedral de Módena (Italia, siglo XII) o la de Trani (Italia, siglo XII); y un pequeño grupo regional formado por la colegiata de Xunquera de Ambía (Orense, España, siglo XII), Aiguas Santas y Acibeiro. Estas falsas tribunas son un claro y excelente ejemplo del firme propósito de lograr articulaciones, en este caso en el muro de la nave central, que definan el espacio románico que se construye. Se logra con la disposición de tribunas una nueva articulación de los muros, que potencia el efecto de direccionalidad hacia el lugar más santo, la cabecera de la iglesia, y los «vacía» de una manera casi gótica, prolongando el espacio hacia el interior de esas tribunas o hacia la nave lateral.

Pero las cubiertas de faldón único hacia el exterior de las naves laterales inmediatas a la central o las correspondientes a las tribunas, implican que en los muros exista un paramento ciego y plano, correspondiente a la altura de aquellas cubiertas, que se creyó necesario articular e integrar por medio de soluciones estrictamente arquitectónicas. Tal era el triforio.

El triforio es una articulación de los paramentos que puede prolongarse por los del presbiterio, ábside y transepto, correspondiente a ese paño de muro ciego descrito en la nave central, que presenta en forma apilastrada series de vanos en continuidad conformados por arquitos sobre semicolumnitas o pilastras (Figs. 86, 258-260), los vanos están normalmente

224 Ya se construyeron tribunas en el siglo IV, sobre las naves laterales de la basílica constantiniana del Santo Sepulcro en Jerusalén.

225 Conant, Kennet John, *Arquitectura carolingia y románica 800-1200*, pp. 50-53, Cátedra, 1982. Esta importante iglesia carolingia fue muy mal reconstruida en los años 1867-1876, que fue parte de un conjunto palatino.

cegados en lo románico, aunque tal parece que el vano central del triforio de Cluny III estuvo abierto[226]; en la catedral de Parma (Fig. 86, Italia, siglo XII) todos los vanos están abiertos Estos vanos se agrupan con cada uno de los tramos, y pueden ser desde dos a cuatro, siendo el de tres el más repetido. En los presbiterios y ábsides el triforio puede presentar vanos continuos sin esa agrupación por tramos (Figs. 78, 259 y 260). Sobre el triforio y en su lugar correspondiente se dispondrán ventanas o un clerestorio.

Se ha denominado a este elemento de articulación del muro como triforio —triforio, tres vanos—, pero una rápida inspección nos permite ver dos, tres o cuatro vanos en él, y como he dicho series continuas de vanos en presbiterios y ábsides. Nuevamente se puede citar como claro antecedente de estas disposiciones la citada iglesia de Saint Germigny des Prés (Fig. 262); en su ábside principal y bajo el plano de imposta de su semicúpula se construyó una serie de arcos continuos a modo de triforio continuo.

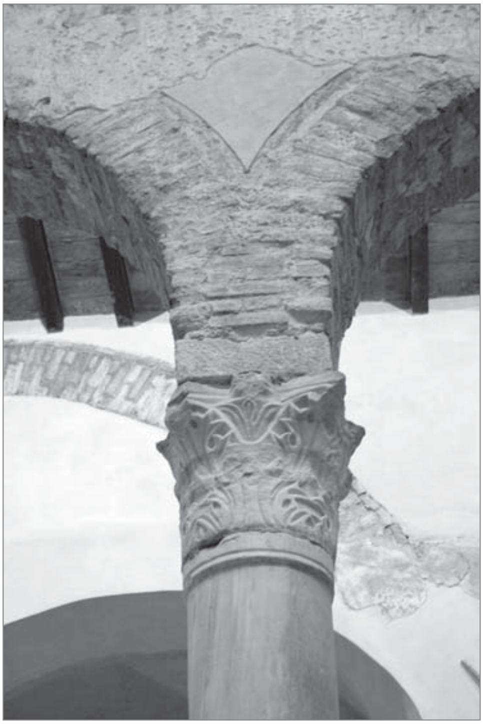
El desarrollo del triforio implicará que tras él se disponga un estrecho pasillo interior que perfora el muro y atraviesa los pilares compuestos en este nivel, cuestión que en no pocos casos originará puntos débiles en el sistema estructural gótico y que motivará movimientos y giros en estos puntos con los consiguientes problemas. Un ejemplo tardío románico se da en la citada catedral de Parma (Fig. 86, Italia, siglo XII). Será un elemento fundamental en la posterior estructura gótica, abriéndose vanos con espléndidas vidrieras en su muro exterior,

La utilización de las tribunas, tribunas y triforios o solamente triforios, acompañados con ventanas o clerestorios, suponen un espléndido sistema de elaboración de articulaciones en el muro de la nave central, que establece su división articulada en «pisos» o niveles . Un potente ritmo a la vez lineal hacia la cabecera y vertical en cada tramo, que se refuerza en ellos por los arcos fajones y formeros que escanden la bóveda alta y se subraya con cornisas molduradas y capiteles. Un logro espléndido. Una gloria de la arquitectura.

226 Conant, Kennet John, *Cluny, les églises et la maison du chef d'ordre*. Cambridge, Massachusetts, The Mediaeval Academy of America. 1968, Mâcon.







Figs. 246, 247 y 248. Arriba. ABACIAL DE ALAÓN (Huesca, España, siglo XII). Ver cómo todos los arcos concurrentes en el plano de imposta del pilar cruciforme presentan salmeres independientes. **Abajo izquierda.** SANTA COMBA DE BANDE (Orense, España, siglo VII). Iglesia hispano visigótica. Entrega de los arcos torales del crucero con claros salmeres compartidos. **Abajo derecha.** SAN CLEMENTE DE BRESCIA (Italia, siglo VIII). Salmeres compartidos en la arquería sur de la nave central.

Fotos: Roberto Benedicto. 2013-2010.

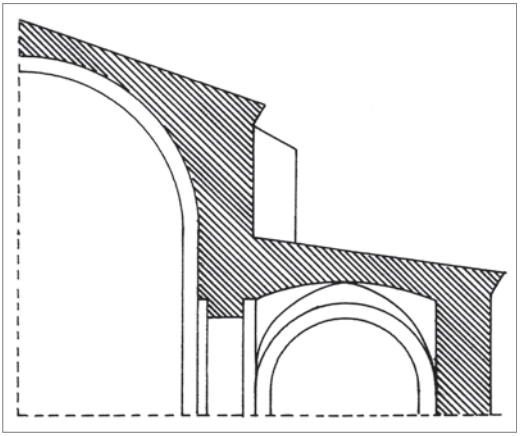


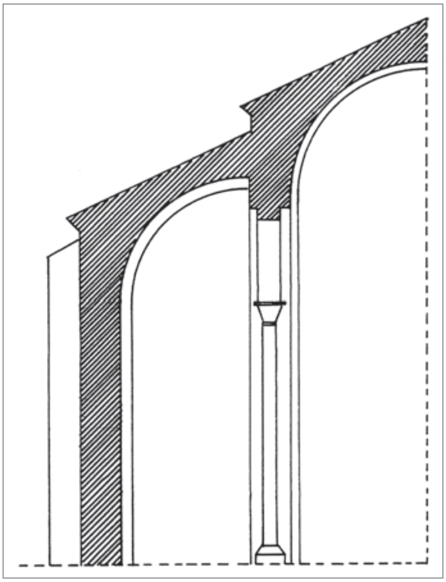
Figs. 249, 250 y 251. Arriba. SAN GOTARDO (Hildesheim, Alemania, siglo XII). Salmeres compartidos. **Abajo izquierda.** SAINT PHILIBERT DE TOURNUS (Francia, siglos XI-XII). Salmeres independientes de arcos y bóveda de arista, en su atrio del cuerpo occidental lombardo. **Abajo derecha.** LA CHARITÉ SUR LOIRE (Francia, siglos XI-XII). Ver cómo el ábaco del capitel correspondiente a una columna del deambulatorio, se prolonga para recibir el arco fajón de una bóveda de un tramo del mismo y que los salmeres sean independientes.

Fotos: Roberto Benedicto. 2009-2010.











Figs. 252, 253 y 254. Arriba izquierda. Croquis. Contrafuerte exterior de estribo de la bóveda alta incidiendo sobre los arcos fajones de la nave lateral inferior. **Arriba derecha**. Croquis. Estribado de la bóveda alta mediante una bóveda de cuarto de cañón de la nave lateral, que estriba correctamente el empuje generado por la bóveda alta. **Abajo.** NOTRE DAME DE BEAUNE (Francia, siglo XII). Ver los arbotantes añadidos para la contención de los empujes generados por la bóveda de medio cañón apuntado de su nave central. Aquí los notables contrafuertes se apoyan en muros que separan las capillas.

Dibujos y foto: Roberto Benedicto. 2000-2010.

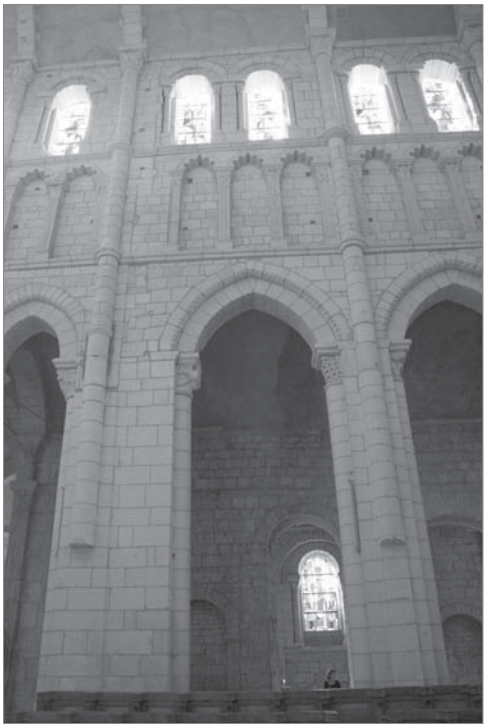




Figs. 255 y 256. Arriba. SAINTE FOY DE CONQUES (Aveyron, Francia, siglos XI-XII). Tribunas sobre la nave lateral norte. **Abajo.** CATEDRAL DE SANTIAGO DE COMPOSTELA (siglo XI).Tribunas sobre la nave lateral sur.

Fotos: Roberto Benedicto. 2000-2011.



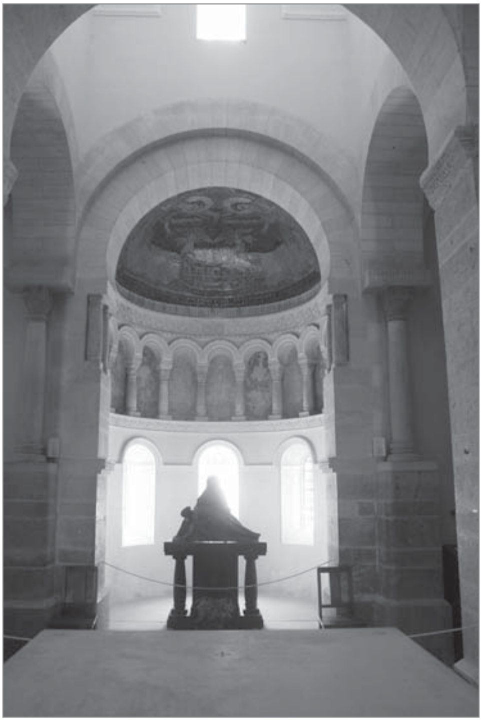




Figs. 257, 258 y 259. Arriba izquierda. SAINT GERMIGNY DES PRÉS (Saint Benoît sur Loire, Francia, 806). Crucero. **Arriba derecha.** LA CHARITÉ SUR LOIRE (Francia, siglos XI-XII). Triforio en la nave norte, notar cómo las semicolumnas de los arcos fajones quedan interrumpidas. **Abajo.** FLEURY. SAINT BENOÎT SUR LOIRE (Francia, siglos XI-XIII). Triforio continuo en el presbiterio. Ver la magnífica arquería sobre columnas que flanquean los laterales.

Fotos: Roberto Benedicto. 2013.





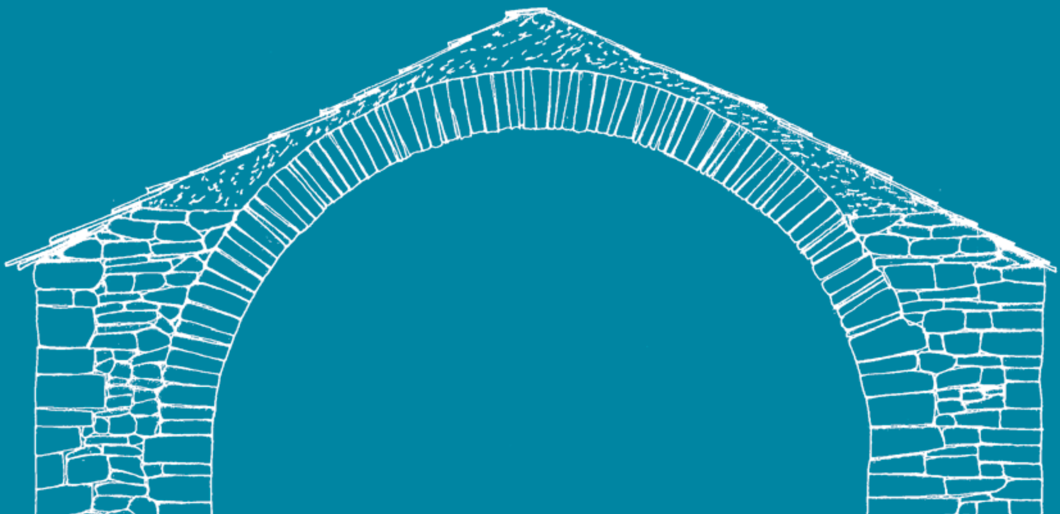


Figs. 260, 261 y 262. Arriba. SAINT HILAIRE LE GRAND (Poitiers, Francia, siglos XI-XIX). Triforio continuo sobre todo el presbiterio. Ver el clerestorio superior. **Abajo izquierda.** SAINT ÉTIÉNNE DE NEVERS (Francia, siglos XI-XII). Falsa tribuna. **Abajo derecha.** SAINT GERMIGNY DES PRÉS (Saint Benoît sur Loire, Francia, 806). Ver la arquería continua bajo el plano de imposta de la semicúpula del ábside principal.

Fotos: Roberto Benedicto. 2013-2009.

CAPÍTULO 13

A MODO DE CONCLUSIONES



De forma esquemática podemos establecer una cita de los hitos emergentes del camino recorrido por el maestro románico para la construcción de su arquitectura. En una progresiva evolución que utiliza para su logro los dispositivos estructurales que hemos estudiado hasta aquí.

He mencionado anteriormente, cómo en Santa María del Naranco (Oviedo, España, hacia 848), se produce en tan tempranas fechas una genial anticipación a la estructura románica, como en San Miguel de Lillo (Oviedo, España, 842-850)[227] según podemos ver en la parte que nos llega de esta iglesia.

En Santa María del Naranco, la bóveda de medio cañón sobre arcos fajones que cubre su sala noble se articula en semicolumnas apilastradas compuestas, que se acompañan con estrechos rehundidos rectangulares en el paramento interior del muro (Fig. 263), logrando un espacio interior magnífico, pleno de nobleza y proporción. Pero lo trascendente es que el correcto estribado de los empujes que genera esa bóveda, se corresponde con contrafuertes exteriores situados, no sólo en coherente correspondencia con los arcos fajones y pilastras, sino elevándolos hasta la altura correcta (Fig. 264). Es decir, por encima de los puntos en que hoy estimamos que se entrega el empuje de una bóveda de medio cañón sobre arcos fajones. De forma que además su genial arquitecto logra con estos elementos estructurales, indispensables para construir su estructura, un ritmo espacial interior y una articulación exterior de sus muros verdaderamente ejemplar y plena del espíritu románico, en tan temprano momento.

A poca distancia se conserva la parte occidental de lo que fue la iglesia de San Miguel de Lillo, ya desaparecida en su mayor parte, que con Santa María formaba parte del conjunto palaciego aquí construido. Lo que queda de San Miguel es únicamente el tramo occidental, a lo que posteriormente se añadió al este una sencilla cabecera recta. En Lillo, el artificio de disposición de las bóvedas que cubren sus tres naves se constituye en un claro antecedente de estructuras románicas posteriores. Las laterales presentan bóvedas de medio cañón dispuestas con su eje transversal respecto a la más alta bóveda de medio cañón de la nave central, de modo que la clave de aquellas se acerca al plano de imposta de esta; proponiendo un camino de estribado de la bóveda alta que ya hemos visto desarrollado más tarde. Ya lo hemos estudiado en la capilla de San Miguel del cuerpo occidental lombardo de Saint Philibert de Tournus (Fig. 81), como en lo cisterciense en la abacial de Fontenay (Fig. 85, Borgoña, Francia, siglo XII). Aunque en San Miguel de Lillo la relación de los contrafuertes exteriores, que aparecen en toda la arquitectura del ciclo asturiano, no es coherente con una función de es-

227 Sobre la arquitectura del llamado ciclo asturiano, y en concreto sobre Santa María del Naranco y San Miguel de Lillo, véase en primera aproximación: Yarza, Joaquín, *Arte y Arquitectura en España 500-1250*, Ediciones Cátedra, 1979, pp. 39-67; Páramo, L. Arias, *Guía del arte prerrománico asturiano*, Oviedo, 1996, entre otros.

tribado de los empujes de las bóvedas, ya que se interrumpen a poca altura constituyéndose sólo en refuerzos y articulación de los muros.

Pero además, San Miguel de Lillo aún conserva en buen estado un atrio con tribuna sobre él (Fig. 265), englobado en un cuerpo ligeramente turriforme situado al oeste de la iglesia. Un esquemático y sencillo cuerpo occidental, que se constituye muy probablemente en una de las primeras manifestaciones de estos elementos en territorio hispánico[228], que sigue a notable distancia y pequeña escala el ejemplo de los westwerk[229] carolingios del siglo IX y posteriores. La influencia de lo carolingio, con quien el reino asturiano mantuvo intensas relaciones parece innegable. Santa María y San Miguel se constituyen así en geniales anticipaciones a la arquitectura románica posterior.

Ya en el siglo IX, la arquitectura religiosa carolingia había comenzado a desarrollar, fundamentalmente en los monasterios —siguiendo las directrices de la política carolingia de implantación y renovación de esta importantísima institución que estructurará social, económica, cultural y religiosamente a la sociedad románica— un tipo de iglesia en la que se disponen cuerpos occidentales o westwerk, que incorporan atrios de entrada en su planta baja, tribunas altas, coronados por cimborrios y con torres que los flanquean con un importantísimo desarrollo formal. Nos llegan en pie, entre otros, bien que más o menos transformados o reconstruidos los de San Pantaleón de Colonia (Figs. 271 y 272, Alemania, siglo IX) y Corvey del Weser[230] (Fig. 273, Westfalia, Alemania, 873-885 aproximadamente), entre otros ejemplos.

Se discute aún la finalidad de estos cuerpos occidentales, que en todo caso constituyen unas desarrolladas y magníficas fachadas en estas iglesias. El atrio es siempre un acceso cubierto y principal a la iglesia. Respecto a la tribuna, por un lado se le atribuye una función de alta representatividad, donde el rey o la nobleza podían seguir la liturgia en un lugar de honor y convenientemente separados del pueblo. Por otro, se dice que es una pequeña iglesia a los pies de la principal, o lugar destinado a los laicos separados del culto de los monjes y aun las dos cosas a la vez.

228 En Hispania los antecedentes más claros se conservan en algunas iglesias del ciclo asturiano: San Miguel de Lillo, San Salvador de Valdediós y aun Santianes de Pravia parece que tuvo una tribuna sobre un forjado de estructura de vigas de madera sobre el cuerpo del atrio. Estas iglesias han sufrido numerosas transformaciones y restauraciones a lo largo de los años. Habrá que esperar a que en la iglesia abacial de los Santos Niños Justo y Pastor de Urmella (Huesca, España, primer tercio del siglo XI), románico lombarda, se construyese un atrio con tribuna similar, con su tribuna apenas iniciada e interrumpida. Este conjunto se relaciona directamente con el construido en esos mismos años en la primera fase románico-lombarda de Sant'Abbondio de Como (Lombardía, Italia, primer tercio del siglo XI).

229 Schlunk, H., «La iglesia de S. Gião, cerca de Nazaré. Contribución al estudio de la influencia de la liturgia en la arquitectura de las iglesias prerrománicas de la península ibérica», en Actas do II Congresso Nacional de Arqueología, Coimbra, 1971, pp. 509-528 y 23 láms.; e ídem, «Die Kirche von S. Gião bei Nazaré (Portugal). Ein Beitrag zur Bedeutung der Liturgie für die Gestaltung des Kirchengebäudes», *Madrider Mitteilungen*, 12 (1971), pp. 205-240; y, en definitiva, Heitz, C., *Recherches sur les rapports entre architecture et liturgie à l'époque carolingienne*, París, 1963; Galtier Martí, Fernando, «Le corps occidental des églises dans l'art roman espagnol du XI^e siècle. Problèmes de réception d'un modèle septentrional», *Cahiers de civilisation médievale*, XXXIV, 1991.

230 Effmann, W., *Die Kirche atbei Corvey*, 1929, Paderborn; Gai, Sueva, *La chiesa del monasterio carolingio di Corvey in Westfalia*. 201, Zagreb.

Estas iglesias carolingias, muchas de ellas ya desaparecidas o radicalmente transformadas, eran de notable tamaño y desarrollo formal. Tenían, además de estos estupendos cuerpos occidentales, destacados cimborrios normalmente acompañados con torres; cabeceras con absidiolos abiertos a ellas y criptas; notables cuerpos de naves de tradición basilical cubiertos con faldones sostenidos por sistemas de armaduras de madera, en los que se incidirá en el desarrollo de la articulación de los alzados de los muros de la nave central con la clara disposición de rotundas arquerías sobre pilares, columnas y clerestorios. Una tipología que se utilizará aún en los primeros años del siglo XI en el Sacro Imperio Germánico de los Otones, conformada con rotundos y claros cuerpos volumétricos[231], como en San Miguel de Heildesheim[232] (Fig. 147, Alemania, inicios del siglo XI), reconstruida casi en su totalidad tras los bombardeos de la segunda guerra mundial), entre otros brillantes casos. Este tipo de iglesia, sus cuerpos occidentales, criptas y naves se constituirán en un claro antecedente de los posteriores desarrollos de la arquitectura románica.

De tal modo que, con respecto a los cuerpos occidentales carolingios, puedo citar los posteriores ejemplos románicos e hispánicos de atrio con tribuna, que siguen a notable distancia y tamaño a aquellos cuerpos occidentales, son los dos casos lombardos que se conservan en la abacial de los Santos Niños Justo y Pastor de Urmella (Fig. 266, Huesca, primer tercio del siglo XI), que presenta su tribuna iniciada e interrumpida; y el de San Vicente de Cardona (Figs. 32, 33, 267 y 268 Lérida, España, hacia 1040), con su atrio y tribuna casi completa, ya que la bóveda de medio cañón que cubre la tribuna es algo posterior. Ver la similitud de estos conjuntos con el atrio con tribuna plenamente logrado de la fase lombarda de Sant'Abbondio de Como (Fig. 227, Lombardía, Italia, primer tercio del siglo XI). El atrio con tribuna de San Pedro de Siresa (Figs. 34, 35, 269 y 270 Huesca, España), se conserva completo, aunque recrecido exteriormente, y su cronología es objeto de discusión, bien que no puede pasar de los primeros años del siglo XI. Cómo es de destacar la torre-atrio de la abadía de San Benoît sur Loire.

El camino iniciado por la arquitectura carolingia se recorre también algo más tarde en Francia y en otros lugares con el desarrollo de las criptas, que ya hemos estudiado, que se perfeccionan y simplifican estructural y funcionalmente con la introducción de tramos cubiertos por bóvedas de arista sobre delgados soportes, y deambulatorios para facilitar su circulación interior al que se abrirán absidiolos en disposición radial[233]. En Saint Philibert le Grandlieu y hacia 836-839 se construyó un deambulatorio con brazos rectos que conducían a la verdadera cripta, con sus desarrollos posteriores, como más tarde en Saint Germain de Auxerre[234]. En ambos casos con espacios fragmentados y recorrido tortuoso. En la catedral de Clermont Ferrand (Francia)[235]

231 Conant, Kenneth John, *Arquitectura carolingia y románica 800-1200*, Ediciones Cátedra, 1982, pp. 57-71 y 131-150. Grodecki, L., *L'Architecture ottonienne*, Paris, 1956.

232 Binding, Günther, *Die Michaeliskirche in Heildeisheim und bischof bernard als sapiens (960-1022)*. 2013, Darmstad; Conant, Kenneth John, *Arquitectura carolingia y románica 800-1200*, o.c., pp 157-141.

233 Ver capítulo 7 y 12, apartado 12.3.2.

234 Conant, Kenneth John. *Arquitectura carolingia y románica 800-1200*, pp 68-69, o.c.

235 Maqquet, Arlette, «La crypte de la cathédral de Clemont: sources médievales et modernes», en *Scultures médievales en Auvergne*, pp 33-41.

las excavaciones y estudios han puesto de manifiesto la existencia de una cripta con deambulatorio, hacia 946, del que se conoce el nombre de su maestro: Adelelmus; en Chartres[236] se amplió la cripta existente que ya tenía un sencillo deambulatorio, rodeándola con otro prolongado por ambos costados a lo largo de toda la iglesia al que se abrieron absidiolos por el abad Fulberto (1020), que hoy es la subestructura de la catedral gótica posterior.

Estos deambulatorios con sus absidiolos pasaron inmediatamente a la cabecera superior de la iglesia. Ya a comienzos del siglo X en San Martín de Tours (Francia, hacia 918), se construyó un deambulatorio alrededor del presbiterio superior de la iglesia con capillas radiales, ya desaparecido; como el inicial deambulatorio de planta parabólica de San Pedro de Rodas (Gerona, España, hacia 1020). Otro ejemplo inicial es Saint Philibert de Tournus[237] (Fig. 235, Francia, principios del XI), en ella existe un deambulatorio con capillas radiales de planta rectangular. Estas nuevas disposiciones conformaron cabeceras plenamente desarrolladas que evolucionarán de modo magnífico: Saint Sernin de Toulousse (Fig. 237, Francia, siglo XI), abacial de Fontevraud (Fig. 157, Francia, siglos XI-XII), Saint Etienne de Nevers (Fig. 238, Francia, siglo XII), o en la cabecera occidental de la catedral de Worms (Fig. 239, Renania, Alemania, 1170-1181).

Como hemos visto, la tipología de la basílica paleocristiana de iglesias cubiertas con armaduras de madera vistas cuyo uso se prolonga en la arquitectura carolingia, se siguió utilizando a lo largo del periodo románico, por la facilidad constructiva que dicha tipología implica. Magníficos e iniciales ejemplos de ello son la muy reconstruida San Vicenzo in Prato[238] (Fig. 274, Milán, primer tercio del siglo XI); San Pietro de Agliate[239] (Lombardía, Italia, hacia 875); la citada San Miguel de Hildesheim (Fig. 147, Alemania, 1001-1033), y las más tardías de San Gotardo (Fig. 211, Hildesheim, Alemania, siglo XII) o San Jorge de Praga (Bohemia, hacia 1142); y aún dentro de este grupo, con magníficas armaduras de madera talladas y policromadas, las catedrales de Monreale, Cefalú, Mesina, y la capilla palatina de Palermo[240] (Sicilia, siglo XII). De la misma manera la utilización de armaduras de madera para cubrir las naves de iglesias de tipología no exactamente basilical, es una fórmula utilizada repetidamente en el inicio del periodo románico, con armaduras vistas o por encima de las bóvedas, sistema que se prolongará en siglos sucesivos, como hemos estudiado[241].

Una variante de estas soluciones con armaduras de madera se produce con la disposición de arcos diafragma, naturalmente transversales al eje de las naves y que se presentan en dos

236 Quarré, Robert, *La cathédral de Chartres*, Paris; Lautier, Claudine, «Restaurations récents á la cathédral de Chartres et nouvelles recenses», en *Bulletin Monumental*, núm. 169, pp. 1, 3-11, 90-91, 2011.

237 Vallery-Radot, J. *Saint Fhilibert de Tournus. L'Inventaire Monumental,* núm. 1, 1955, Paris. Conant, Kenneth John, *Arquitectura carolingia y románica 800-1200*, o.c., pp. 150-158.

238 Latis, Elisabetta, *La basilica de san Vicenzo in Prato*. 2007, Milán.

239 Perlot, Gianfranco, *La basilica de san Pietro di Agliate*. 2001, Lecco; Beretta, Rinaldo, *La basilica e il battistero de Agliate*. 1929.

240 Sciortino, Lisa, *Il duomo di Monreale*. 2012. Treviso; Dittelbach, Thomas, *Der dom in Monreale als Hrönungs Kirche*. 1999, Berlín.

241 Ver capítulo 10.

tipos de soluciones estructurales distintas. La más frecuente es la de sostener directamente sistemas de armaduras que conforman los faldones de las cubiertas[242], se pueden citar los casos de Santa María de Lomello (Pavía, Italia, 1025-1040), magnífica obra lombarda; la abacial de San Miguel de Cuixá[243] (Fig. 66, Conflent, Francia, siglo XI); la capilla de San Miguel en la catedral de la Seo de Urgell[244] (Fig. 183, Lérida, siglo XI-XII), y los posteriores dormitorios de los monasterios cistercienses ya a partir del siglo XII, como en el monasterio de Rueda (Fig. 277, Zaragoza, España)

Otra solución presenta estos arcos diafragma exentos y dispuestos transversalmente a naves y transeptos, sin recibir armaduras de cubiertas que ahora se sitúan por encima de ellos, de forma que su función estructural es la de apuntalar los muros o pilares de esas naves, además de introducir en su espacio una articulación en tramos más amplios que lo escanden. Tal se puede ver en San Miniato al Monte[245] (Florencia, hacia 1062-1090); de forma estructuralmente más clara en San Nicola de Bari[246] (Italia, hacia 1089); en el crucero de la catedral de Ávila (Fig. 276, España, siglos XII-XIII); en Saint Hilaire le Grand (Fig. 275, Poitiers, Francia, siglos XI-XIX)[247]; o con los arcos diafragma construidos en el siglo XIII en la nave de Santa Práxedes (Roma, siglo IX) para arriostrar sus muros.

Hacia mediados del siglo X en la Borgoña Francesa, y en el ya destruido monasterio de Cluny[248] fundado en 910, se construirá la segunda iglesia desaparecida totalmente, Cluny II (hacia 955), Según la reconstrucción de Conant, presentaba atrio y galilea con dos torres; tres naves; la central cubierta con bóveda de medio cañón sobre arcos fajones y un sencillo clerestorio y las laterales con bóvedas de arista en sus tramos; cabecera escalonada, y un amplio transepto saliente coronado por una importante torre sobre el crucero. Su influencia será muy importante, por el artificio ya plenamente románico que conforman sus espacios y volúmenes formales, por su clara disposición estructural y sistemas de abovedamientos, que debido al creciente poder y difusión de la Orden de Cluny ejerció una decisiva influencia. Veremos este tipo de tipología estructural de tres naves con esas bóvedas en numerosas iglesias románicas posteriores, como en el Camino de Santiago en España, en cuya protección, difusión y organización Cluny participó de manera decisiva bajo el impulso de los reyes de la entonces España cristiana.

242 Ver supra, capítulo 10, cubiertas sobre arcos diafragma.

243 Durliat, Marcel, «L'Architecture du XI siècle à Saint Michel de Cuxa», en *Annales du Midi*, núm. 93, pp. 71-82, 1981; Ponsich, Pierre, *Cuxa: l'église préromane*, Xes, *La crypte et le clocher*, Abbaye Saint Michel de Cuxa, 1994.

244 Afell, Joan Albert, *La catedral de La Seo de Urgell*, 2000, Manresa.

245 Bertani, Licia, *San Miniato al Monte.* 1999, Florencia.

246 San Nicola di Bari, *La basilica, i Riti.* Ente provinciale di turismo; Schäfer-Schuchardt, Horst, «Storia della construzione della chiesa de San Nicola di Bari», en *Bolletino de san Nicola*, núm. 3, 33, 1984, Bari.

247 Camus, Mª Thérèse, «La reconstruction de Saint-Hilaire-le-Grand de Poitiers à l'époque romane, La marche des travaux» en *Cahiers de civilisation médiévale*, XXV, 1982, pp. 101-120 y 240-271; Églises de Poitiers. Collection Trésors Poitevins, 2006.

248 Conant, Kenneth John, *Cluny. Les églises et la maison du chef d'ordre.* Cambridge, Massachusetts, Mácon, 1968. Especialmente ver figs. 4-5, Grupo 1 y figs. 41-47, Grupo 3; Evans, J. *Monastic life at Cluny, 910-1157.* 1931, Londres; y *The romanesque architecture of the order of Cluny.* 1938 y reedición 1971, Cambridge.

Hacia el año mil se produce la fundamental difusión de la primera fase de la arquitectura románico-lombarda por Europa protagonizada por las cuadrillas de maestros lombardos, que ya venía germinando en la zona de los lagos del norte de Italia (Lombardía)[249]. Será una aportación rica en experiencias plenamente logradas, que implicará la difusión de la bóveda de arista. Esta arquitectura se produce fundamentalmente entre los últimos años del siglo X hasta alrededor de 1040; de manera decisiva en los condados centrales y orientales de la entonces España cristiana[250] en los que supuso —para el condado de Ribagorza— la total renovación de la pobre arquitectura que allí se construía y su integración en la corriente del románico europeo; y para los condados orientales y el sudoeste de Francia, en los que se venían construyendo algunas iglesias de importancia[251], una nueva arquitectura que tendrá en ellos importantes logros. Sin olvidar su difusión en el mismo periodo en el suroeste de Francia y hacia la zona norte transalpina de la Lombardía. Mientras que en Europa alcanzó una menor difusión, dejando magníficos testimonios en lugares como Saint Philibert de Tournus o Saint Bénigne de Dijón, que ya hemos estudiado, entre otros.

Es esta una arquitectura que supone la difusión generalizada de la bóveda de arista para cubrir los tramos de sus iglesias (Fig. 99). De forma que las articulaciones de sus tramos abovedados, cuyos arcos fajones, formeros y aristones se prolongan en las pilastras y pilares de arti-

249 Sobre la arquitectura románico-lombarda: *Medioevo: arte lombarda*. Atti del IV Convegno Internazionale di studi di Parma, 2001; Quintavalle, Arturo Carlo, ed., Milán, 2004, *Els comacini i l'arquitectura romànica a Catalunya*, Girona-Barcelona, noviembre de 2005; y Atti del XIX Congresso Internazionale di Studi sull'Alto Medioevo. Il Magistri Commacini. *Mito e realtà del medioevo lombardo*. AA.VV., Arslan, E., «Les églises lombardes du VI[e] au X[e] siècle», Comptes Rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 1954, pp. 165-170; Cattaneo, R., *L'Architettura in Italia dal secolo vi al mille circa: richerce*. 1889, Venise; Chierici, S., *Lombardie romane*, La Pierre-qui-Vire, 1978; Merzario, G., *Il Maestri Comacini. Storia artistica di milleduecento anni (600-1800)*, 1893, Milán; Peroni, A., *Arte dell' XI secolo: il ruolo di Milano e dell'area lombarda nel quadro europeo* en Atti del 11° Congresso Internazionale di Studi sull'Alto Medioevo, Spoleto 1989, t. II, pp. 751-781; Porter, K., *Lombard Architecture*, New Haven-Londres-Oxford 1917; Puig i Cadafalch, J., *La geografía i els origens del primer Art Romànic*. 1ª Ed. 1930. En *Memories*, Vol. III, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona; y *L'Arquitectura romanica a Catalunya*, 4 Vols., Facsímil, 1983, Institut d'Estudis Catalans; Rivoira, G., *Le origini della architettura lombarda e delle sue principali derivazione nei paesi d'oltre alpe*. Roma 1901-1904; Yarza Louances, Joaquín, *Arte y Arquitectura en España 500/1250*, Manuales Arte Cátedra, 1979, Madrid; *Arte medieval I. Alta Edad Media y Bizancio. Arte Medieval II. Románico y gótico*, Gustavo Gili, 1982, Barcelona.

250 Sobre el arte románico lombardo en el norte de España y, especialmente, en Aragón, Ver: Benedicto Salas, Roberto, *La arquitectura románica de los maestros lombardos en Aragón*, 2013, Mira Editores, Zaragoza y *Guía de la Arquitectura románica en el valle de Benasque*, Benasque, 1995; Benedicto Salas, R.; Galtier Martí, F., *Una «piedra preciosa» en la Ribagorza. El monasterio de los santos Justo y Pastor de Urmella*, Graus, 2011; y *Santa María de Obarra. Entre la historia y la leyenda*, 2012, Ediciones Mira, Zaragoza; Galtier Martí, Fernando, *L'Art roman lombard en Aragon. Circonstances historiques et problèmes artistiques,* Tesis de Doctorado en Civilización Medieval, defendida en la Universidad de Poitiers en 1979, bajo la dirección del Profesor Dr. Carol Heitz, Zaragoza, 1999 (ed. en microficha); Esteban Lorente, J. F.; Galtier Martí, F.; García Guatas, M., *El nacimiento del arte románico en Aragón*, Zaragoza, 1982; Calzona, A.; Campari, R. y Mussini, M., eds., Parma-Milán, 2007, pp. 88-95; ídem, «Los maestros lombardos en la Península Ibérica», Atti del XIX Congresso Internazionale di Studi sull'Alto Medioevo. Il Magistri Commacini. Mito e realtà del Medioevo Lombardo, Varese-Como, 2008, Spoleto, 2009, t. II, pp. 713-744 y XXXIV láms.; Guardia, M., «L'héritage d'Oliba de Ripoll dans l'art roman d'Aragon», *Les Cahiers de Saint-Michel-de-Cuxa*, 40 (2009), pp. 113-131.

251 Tales eran San Miguel de Cuxá, Ripoll, Saint Genis les Fonts, Saint André de Sureda y San Pedro de Rodas.

culación triple[252] que configuran en cada tramo la característica crujía lombarda, son específicamente definitorias de lo lombardo en el periodo inicial citado (Figs. 99, 104, 146, 278). Articulaciones que se acompañan con las de los paramentos interiores de los ábsides con falsas arquerías y nichos (Figs. 147 y 148) y de sus paramentos exteriores escandidos por lesenas, arquillos, galerías de nichos ciegos, frisos de losanges y esquinillas (Figs. 158, 159 y 162).y de los paramentos exteriores de muros y torres (Fig. 33). Una sencilla pero absolutamente arquitectónica puesta en valor de los paramentos y espacios interiores, ritmados y sencillamente complejos, y un atisbo genial. Sin terminar de aprovechar, con el proceso de concentración de empujes que supone la introducción de la bóveda de arista[253] en los cuatro ángulos de cada tramo, ya que no se da el paso de eliminar el muro con la introducción de un adecuado arco formero que lo hubiera permitido. El muro permanece como elemento importante de estribado y los vanos se abren en él con prudencia y respeto (Figs. 33, 159 y 162).

Bien que pasados esos años sólo algunos de sus elementos característicos, como los arquillos lombardos fundamentalmente, ejercerán una posterior influencia, que se prolongará largamente en el tiempo (Figs. 239 y 279) y que llegará a lugares tan lejanos como la catedral de Lund (Suecia, mitad del siglo XII), configurando un amplio panorama de la arquitectura románica que llamamos lombardista, por no incorporar lo fundamental de la arquitectura lombarda: la crujía lombarda, y sí sólo algunas de sus sencillas articulaciones paramentales.

Una arquitectura que evolucionará brillantemente en la propia Lombardía con una relativamente importante variedad de tipologías, abandonando el pilar y la pilastra de articulación triple y adaptando sus estructuras a los progresos de los maestros románicos en otros lugares. Y con magníficas fachadas que ya hacia la mitad del XII son espectaculares (Figs. 280 y 281). Con logros tan importantes como la temprana adopción de la bóveda de crucería en San Ambrosio[254] (Fig. 224, Milán, hacia 1080-1090), que estudio más adelante, o en San Sigismondo de Rivolta d´Adda (Lombardía, Italia, hacia 1099), entre otros notables ejemplos[255].

En ese primer tercio del siglo XI se construyó en Francia Saint Bénigne de Dijón[256], iglesia desaparecida, de la que sólo nos llega en pie parte de su importante cripta y rotonda (1001-1018), que ya hemos visto anteriormente[257] (Fig. 96). Sobre ambas se construyó la catedral

252 Los arcos fajones, formeros y aristones de la bóveda de arista que cubre sus tramos se prolongan hasta el suelo en el pilar y la pilastra del muro exterior, configurando tres esquinas en cada ángulo exterior de los mismos. Bien que sobre este tema principal se dan variantes.

253 Si el maestro lombardo, que hunde las raíces de su arquitectura en Roma, hubiera construido en las naves laterales arcos formeros exentos de la entidad suficiente, la liberación del muro hubiera sido un hecho. Pero este paso, que dio Roma, nunca se dio ni por el maestro lombardo ni por el románico, hasta la llegada del gótico.

254 Reggiori, F., *La basilica de sant'Ambroggio a Milano*. 1945, Florencia; Varios autores. *La basilica de sant'Ambroggio a Milano*. 1997, Milano.

255 Esto, si los restos de bóveda de crucería que se conservan en el nártex de San Nazzaro Sessia (Milán, Italia), que se cree son de hacia 1040, no se corresponden cronológicamente con esa fecha.

256 Chompton, Abbé L., *Histoire de l'Eglise saint Bénigne de Dijon*. 1900, Dijon; y *Saint Bénigne de Dijon, les cinq basiliques*, 1923, Dijón.

257 Ver supra, capítulo 6.

gótica actual. Contamos con la hipotética reconstrucción realizada por Conant[258]. En ella podemos ver que sobre las naves laterales inmediatas a la nave central se disponen tribunas que se cubren con bóvedas de cuarto de cañón, bóvedas que inciden superiormente sobre el muro de estribo de la bóveda alta de medio cañón por debajo de su escueto clerestorio. Así estas bóvedas sirven para apuntalar ese muro, aunque no para estribar directamente los empujes de la bóveda alta. Este sistema de estribado, como se ha estudiado anteriormente, se repite con análoga disposición estructural y en fechas contemporáneas, en la ya estudiada capilla de San Miguel del piso alto del cuerpo occidental de Saint Philibert de Tournus (Figs. 81-84, Francia, hacia el año 1000). Esta inicial y titubeante solución estructural tendrá importantes consecuencias cuando las bóvedas de cuarto de cañón se eleven hasta recibir directamente la plementería de la bóveda alta, en puntos más o menos cercanos a la entrega del empuje resultante de esa bóveda, sobre todo con las iglesias de peregrinación.

Saint Bénigne, según esa reconstrucción y a la luz de los restos de la rotonda, pese a su reconstrucción parcial (1850-1890) y las excavaciones realizadas, incorporaba un estupendo conjunto formal en su cabecera, con torres, cimborrio, transepto destacado, y la magnífica rotonda de planta circular con tres plantas de arquerías anulares abiertas a un núcleo central e iluminadas por un óculo superior, construida por Guillermo de Volpiano, que se conectaba en su planta baja con una de las criptas más extensas del periodo románico, que se extendía bajo el transepto, crucero y buena parte de la nave central, como las notables criptas conservadas en la catedral de Parma y en Spira. Esta formidable composición de las cabeceras será desarrollada en el tiempo con magníficos ejemplos, como ya hemos visto.

Sobre todo en las regiones centrales de Italia, la fuerte presencia e influencia de la arquitectura paleocristiana conservada fundamentalmente en Roma, matizó de manera decisiva la arquitectura románica que allí se construyó a lo largo de los siglos XI y XII, bien en reconstrucciones sobre iglesias anteriores o de nueva planta. De forma que la tipología de la iglesia paleocristiana cubierta por armaduras de madera vistas, generalmente con cerchas soportando correas fue casi generalmente adoptada; en no pocos casos con algunas variaciones sobre el tipo presentando tres ábsides, y con estupendas y altas torres, como en Santa María in Cosmedin (Fig. 282, Roma, 1120).

Como ejemplo de reconstrucción traigo el de San Clemente de Roma (Fig. 283, 1099-1125), realizada sobre las importantes fases anteriores aquí construidas desde el siglo IV, conservando y reforzando pilares y columnas, y levantando sobre todo ello una nueva iglesia que intentó reproducir la anterior. Otro ejemplo es Santa María in Trastevere en la misma Roma, con su reforma románica terminada en 1150. Obras de nueva planta, entre otras, son San Pietro in Grado (Fig. 284 Italia, siglos XI-XII), la abadía de San Silvestre de Nonantola (Módena, Italia, siglo XII), ambas con tres ábsides en su cabecera. Y la importante iglesia de San Miniato al Monte (Florencia, siglos 1018-1090), con sus aplacados de mármoles de color formando

258 Conant, Kenneth John, *Arquitectura carolingia y románica 800-1200*, o.c., figs. 107-109 y texto de acompañamiento.

dibujos geométricos en su hermosa fachada y en su interior. Aplacados que en algunas iglesias románicas italianas, sobre todo en la Toscana, serán característicos revistiendo gloriosamente sus paramentos exteriores, cuyo uso se continuará algo más en el tiempo.

Un nutrido grupo de baptisterios se construyeron en Italia, desde el siglo X, como correspondía en los primeros momentos a la facultad exclusiva del obispo para impartir el sacramento del bautismo. Nos ha llegado en muy buen estado, en San Pietro de Agliate (Fig. 287, Milán siglo X), sencilla y esquemática obra lombarda, que traigo como modelo románico antiguo; el baptisterio de la catedral de Florencia (Fig. 285, hacia 1060, para los aplacados, que repiten el tema de mármoles de color); los conformados por hiladas alternadas de placas de mármol en el baptisterio y catedral de Pisa (Italia, siglos XI-XIII) y el ya tardío baptisterio de Parma (Fig. 286, Italia, 1196-1249) estupenda obra de Benedetto Antelami.

Otro asunto del mayor interés es la pervivencia de estupendos pavimentos taraceados de mármol. Ya hemos visto el conservado en el presbiterio de Saint Benoît sur Loire (Fig. 156). Pero por su importancia en este campo del arte, es necesario recordar los magníficos pavimentos de algunas iglesias de Roma, entre otros magníficos casos. En estas iglesias de Roma esos pavimentos «comatescos», ya del siglo XII, que reproducen el modo «opus alexandrinum» anterior, se conforman con placas taraceadas de mármoles blancos, discos de pórfido y complementos de franjas de mármol y mosaicos coloreados. Algunos de ellos nos llegan en buen estado, como en San Clemente (Fig. 283, siglo XI, «magister Paulus»), el renovado casi en su totalidad en Santa María del Trastevere, el de Santa María in Cosmedin (Fig. 288, Roma, hacia 1100), Santa María la Mayor de Roma (siglo XIII), o la Martorana (Palermo, Sicilia, siglo XII). A lo que hay que sumar la calidad de sus púlpitos, ambones y coros. Una constatable pervivencia del mundo clásico.

En Sicilia y a lo largo del siglo XII, bajo el poder lombardo, se construyó un interesantísimo grupito de iglesias, del que en parte hemos tratado al estudiar sus armaduras. Como son las catedrales de Cefalú (1131-1240), Monreale (1174-1182) y Mesina; la utilización de un templo griego anterior para la construcción de la catedral de Siracusa, con sus estupendos pavimentos taraceados (Sicilia, siglo XII); o la magnífica capilla palatina de Palermo (1132-1189), que conserva lujosos mosaicos murales de influencia bizantina y cubre su nave central con un estupendo techo de mocárabes de clara influencia musulmana.

Pero no son menos destacables en Sicilia los conjuntos de cúpulas fuertemente peraltadas existentes en iglesias como San Cataldo, anteriormente construida como sinagoga y transformada en iglesia en 1161 (Fig. 126); La Martorana (1143-1151) o San Giovanni degli Eremiti (iniciada hacia 1142), a los que se atribuye influencia musulmana

Será a mediados del siglo XI, cuando se iniciará la construcción de las grandes iglesias de peregrinación[259], construidas y vinculadas a los Caminos de Santiago, por lo que reciben el

259 Yarza, Joaquín, *Arte y Arquitectura en España 500-1250*, pp. 173-188, Ediciones Cátedra, 1979, Madrid; Además ver supra, nota 180 y texto relacionado.

nombre de iglesias de peregrinación (Saint Marcial de Limoges, desaparecida; Saint Martin de Tours, desaparecida; Sainte Foy de Conques[260] (Figs. 47, 255); Saint Sernin de Toulouse[261] (Fig. 237) y Santiago de Compostela[262] (Figs. 52, 80, 102, 256). Estas tres últimas han llegado hasta hoy.

Todas ellas son de tamaño importante con tres o cinco naves; la central cubierta por bóveda de medio cañón sobre arcos fajones; naves laterales cubiertas por bóvedas de arista; tribunas sobre la nave lateral inmediata a la central que se extienden a lo largo de la nave, transepto y cabecera, cubiertas por bóvedas de cuarto de cañón sobre arcos fajones; característicos pilares cruciformes con semicolumnas; desarrollados transeptos de tres naves; torres y atrio en los pies (el glorioso Pórtico de la Gloria en Compostela, que fue atrio abierto hasta la construcción de la actual fachada barroca por Sánchez Novoa); cabeceras con deambulatorio y absidiolos; y destacados cimborrios sobre sus cruceros. En fin, una rica volumetría formal y una elaboración plena de su espacio, que supone uno de los mejores exponentes de la evolución y logros de la arquitectura románica, especialmente con la acertada introducción de las bóvedas de cuarto de cañón, que ya se ha estudiado, y el desarrollo de sus cabeceras. Con esto, la estructura románica llegará a su mayor y mejor desarrollo, y a partir de estas fechas incorporará soluciones estructurales que conducirán ya decididamente a la estructura gótica.

Mientras la arquitectura románica florece en Europa. Se iniciarán las obras de la grandiosa y desaparecida iglesia abacial de Cluny III[263] (Figs. 289-291, Borgoña, Francia, 1088-1130/1342), el mejor exponente de este impulso. Cinco grandes naves; la central alta, majestuosa y cubierta por una potente bóveda de cañón apuntado sobre arcos fajones apuntados y apilastrados en sus notables pilares compuestos que presentaban pilastras rectas hacia la nave central y soportan arcos apuntados que separan las naves; las cuatro naves laterales escalonadamente dispuestas, se cubrían con bóvedas de arista; un notable triforio ciego sólo abierto en el vano central de cada tramo recorre la nave central, los transeptos y el ábside mayor, articulado con tres vanos por tramo salvo en el ábside en que es continuo; sobre este triforio se dispuso un notable clerestorio; todos los arcos son apuntados; la cabecera se articula y configura en un estupendo conjunto formal con dos importantes y destacados transeptos con absidiolos en sus respectivos muros orientales, un deambulatorio al que se abrían cinco absidiolos; estupendas torres, cimborrios, un importante nártex con dos torres que posteriormente conformó el acceso a la iglesia y un atrio abierto añadido.

260 Renoue, Marie; Dengreville, Renaud, *Conques*, 1997, Rodez.

261 Auriol, A.; Rey, R., *La basilique Saint Sernin de Toulouse*, 1930, Toulouse.

262 Conannt, K. J., «The early architectural history of the cathedral of Compostela», en *Arquitectura románica. La catedral de Santiago de Compostela.* Facsímil con traducción y «Notas para una revisión de la obra de K. J. Connant», por Serafín Moralejo. 1983, Santiago de Compostela; Guerra Campos, J.; Precedo Lafuente, J., *La guía de la catedral de Santiago de Compostela*, 1993.

263 Conant, Kenneth John, *Cluny. Les églises et la maison du chef d'ordre,* o.c. Especialmente ver figuras relacionadas Grupo 1-6; y «Mediaeval Academy Excavations at Cluny VIII», *Speculum XXIX,* 1954; Evans, J., *Monastic life in Cluny.* 1931, Londres.

En esta iglesia, el arco apuntado y la bóveda de medio cañón apuntada toman carta de naturaleza, como la introducción definitiva del triforio. La decisiva importancia de la Orden de Cluny y su enorme poder contribuyeron a la notable difusión de esta arquitectura y especialmente a la de la bóveda y el arco apuntados. De forma que esta difusión, con la paralela de las iglesias de peregrinación, supuso la implantación del románico plenamente desarrollado. Lamentablemente, la vesanía y la abyección, se concitaron con la más desmedida ignorancia y la ambición, para arrasar y explotar como materiales de construcción «aprovechables» las fábricas de esta iglesia y del conjunto de las dependencias de este monasterio de Cluny III. De la gran iglesia abacial sólo nos llega aún en pie, el brazo sur del gran transepto (Fig. 291), cuya arquitectura nos da idea de la magnitud y calidad de la iglesia desaparecida. Algunas dependencias del monasterio han perdurado, como las Caballerizas de San Hugo o el edificio del Harinero, hoy museo. En el que se conservan capiteles, placas esculpidas, y otras piezas rescatadas, además de una interesante colección de maquetas. Una más de las trágicas muestras de la inútil e insensata destrucción que pueden generar los hombres.

El contrafuerte exterior fue el elemento estructural comúnmente utilizado para el estribado de los empujes de las bóvedas, tanto de la alta como de las de las naves laterales; excepto en las iglesias construidas por los maestros lombardos que no presentan nunca contrafuertes exteriores en sus muros, asumiendo esta función la pilastra de triple articulación interior.

Pero es el estribado de la bóveda alta el que comportaba la mayor dificultad, que el maestro románico tardó en resolver adecuadamente. Ya se ha descrito esta situación en el texto[264]. Así en la abacial de Cluny III los importantes empujes que generaba la alta bóveda de cañón apuntado se intentaron estribar con un grueso muro, articulado exteriormente con fajas resaltadas más que contrafuertes exteriores (Fig. 289). Ese muro cargaba indebidamente sobre los arcos fajones y la plementería de las bóvedas de la nave lateral bajo él, produciéndose la ruina parcial muy pronto, de forma que se construyeron arbotantes como elementos estructurales para lograr la estabilidad.

El contrafuerte exterior en la bóveda alta, fue utilizado en no pocas ocasiones (Fig. 257), pero producía la misma situación, ya que no podía bajar hasta el suelo sin incidir en el espacio de la nave lateral y cargaba de la misma inconveniente manera a sus arcos y plementerías. También se utilizaron muros dispuestos sobre los arcos fajones de las naves laterales y bajo los faldones de sus cubiertas, que sólo lograban apuntalar el alto muro de la central. Será el arbotante la solución adecuada para este estribado, bien que como sabemos su introducción aparece con la estructura gótica (Figs. 19 y 290).

En los últimos decenios del siglo XI, aparecerá la incipiente utilización de arcos adosados al intradós de algunas cúpulas Tempranamente, hacia 1050, en las torres del transepto de la iglesia de peregrinación desaparecida de San Martín de Tours; más tarde en la torre occiden-

264 Ver capítulo 6.

tal de Moissac (Figs. 122 y 294, Francia, 1130), con su atrio con cúpulas de crucería cuatripartita y en su piso superior con doce arcos convergentes en la clave, todos ellos de sección rectangular; en la catedral de San Pedro de Jaca[265] (Huesca, España, siglo XI); en la torre de Aínsa (Fig. 139, Huesca, España, siglo XII); y con combinaciones complejas en san Millán (Fig. 140, Segovia, España, siglo XII), en las de San Martín del Río y Santa María de Eunate (Fig. 141, Navarra, España, siglo XII), entre otros ejemplos.

No tenemos seguridad sobre si la construcción de estos arcos lo es a modo de articulación de la plementería de esas cúpulas, por no fragmentarse en plementos apoyados individualmente en aquellos, y conservar su geometría hemisférica o de gajos octogonales continuos entre sí. Es decir, si la plementería fuera continua sería estable por sí misma sin necesidad de que estos arcos la sostengan, bien que su introducción colabora a su estabilidad, como en el caso de los arcos fajones. Con lo que cabe plantearse un propósito formal como razón de su utilización, a la par que su presencia simplifica el sistema de cimbrado de su plementería, que puede recibirse directamente sobre estos arcos.

En los años finales del siglo XI y los primeros del XII y como continuación lógica del proceso de continua elaboración de su estructura que sigue el maestro románico, se producirá la introducción de la bóveda de crucería cuatripartita[266], que supone un importante progreso sobre la bóveda de arista románica e igualmente concentra los empujes en los cuatro ángulos del tramo que cubre. Bien que sin extraer de ella las consecuencias estructurales naturales, como es la eliminación total del muro, que se producirá unos años más tarde con las primeras estructuras góticas.

Es en la catedral de Durham (Inglaterra, 1049-1095 para las fases comentadas en el texto), donde por vez primera se documenta la introducción de la bóveda de crucería en sus naves laterales e inmediatamente en su nave central. De forma que en esta, los plementos de sus bóvedas son continuos entre sus tramos contiguos en el sentido del eje de la nave, no existen arcos fajones que los separen.[267] Los maestros lombardos construyeron las primeras bóvedas de crucería cuatripartita en la Lombardía. Las bóvedas de la nave central de Sant'Ambroggio son un excelente y temprano ejemplo (Fig. 224, Milán, Italia, hacia 1080-1090). En San Ambrosio tres amplios tramos de bóveda de crucería con arcos diagonales semicirculares cubren sus naves con tramos dobles formados por

265 Buesa Conde, Domingo, «La catedral de Jaca», pp. 53-88, en *Las catedrales de Aragón*, 1987, Zaragoza, y *Jaca dos mil años de historia*, pp. 61-83, 1982, Zaragoza.

266 Es una bóveda de arista a la que se le han adosado arcos bajo sus aristones, que llamamos diagonales. Por su posición respecto a la planta del tramo que cubre la bóveda, bien sea este cuadrado o rectangular. Se denomina cuatripartita porque estas bóvedas presentan cuatro plementos. La introducción de estos arcos elimina el problema de tallar piezas de dovelas aristeras con tres curvaturas distintas, ya que las dovelas se apoyarán en los arcos directamente con interposición de una junta de argamasa. Lográndose un importantísimo avance, no sólo por esta reducción del trabajo, sino porque los arcos diagonales refuerzan considerablemente la capacidad portante de estas bóvedas y se pueden construir con mayor amplitud.

267 Bilson, J., «Durham cathedral and the cronology of its vaults», en *Archaeological Journal*, LXXIX, 1922; Conant, Kenneth John, *Arquitectura carolingia y románica 800-1200*, o. c., pp. 498-501.

pilares compuestos y pilares también compuestos pero más sencillos intercalados, que pronto veremos sustituidos en otros lugares por columnas exentas. Amplias tribunas abiertas hacia la nave bajo un sólo arco se disponen sobre las naves laterales. Es notable ver que los arcos diagonales de estas bóvedas se prolongan en los pilares que delimitan sus tramos con semicolumnas de ángulo, alojadas en sus rincones según planos a 45°; es decir como una continuación lógica y natural de los arcos diagonales de esas bóvedas. Por otra parte y en correspondencia con los empujes que entregan estas bóvedas en los ángulos de sus tramos, se han dispuesto contrafuertes exteriores más potentes en esos puntos que en el centro de los tramos, donde se estriban solamente las bóvedas de arista de la naves laterales y tribunas, con menor empuje. Cuestiones ambas que tardaremos algunos años en ver y que suponen también un anticipo en la articulación del pilar compuesto y en el sistema de estribado de los empujes.

Finalmente, con la utilización de la bóveda de crucería cuatripartita en el nártex de Cluny III (Francia, 1132-1220) y su influencia hacia la Isla de Francia; en el nártex de Sainte Madelaine de Vezelay (Francia, siglo XII), en la abacial de Pontigny (Fig. 292, Francia, siglo XII) y con la construcción de curiosas bóvedas de crucería llamadas pseudo sexpartitas, por presentar un arco diafragma transversal (Sainte Trinité de Caen, Bretaña, 1115) y ya claramente sexpartitas[268], casi en las mismas fechas (Saint Étienne de Caen)[269], (Inglaterra, 1093-1104). La puerta de la estructura gótica quedará franca, nunca mejor dicho.

Ya implantada la estructura gótica, plena de prestigio, en no pocas iglesias construidas con estructura románica se construirán bóvedas de crucería. De forma que se realizarán en sus planos de imposta adaptaciones más o menos adecuadas a la entrega de sus arcos diagonales. Adaptaciones que en unos casos se resuelven correctamente y en otros son claramente visibles (Figs. 85, 118-121 y 225).

Hacia la mitad del siglo XII el cristianismo se introduce definitivamente en Escandinavia, después de la primera evangelización no consolidada de esos territorios por el monje Anscanio, hacia 830. Este hecho conllevó la floración de un número relativamente importante de iglesias, unas construidas en piedra y otras en madera[270].

268 Son bóvedas con seis plementos, dispuestas sobre un tramo de planta cuadrada, con tres pilares en sus flancos, de forma que a los arcos diagonales que originarían una bóveda cuatripartita y se entregan a los pilares de ángulo del tramo, se añade un arco transversal no semicircular que pasando por la clave de la bóveda se entrega en los pilares intermedios del tramo.

269 Lambert, E., *Caen roman et gothique*, 1935, Caen; Conant, Kenneth John, *Arquitectura carolingia y románica 800-1200*, o.c., pp. 485-493. La bóveda de crucería sexpartita es una cuatripartita a la que se le introduce un arco transversal que la divide en seis plementos.

270 Para una primera aproximación a ambos tipos de iglesias ver: Anker, Peter, *L'Art scandinave*, Zodiaque, 1969; Schroll, Anton, *El arte románico en Escandinavia*, Editorial Juventud, 1974, Barcelona; Aune, Petter; Sack, Ronald L.; Selberg, Arne, «Iglesias noruegas de pies derechos» en *Investigación y Ciencia*, trad. ESO, de Scientific American, 85, 1963; «*STAVKIRKE*» *Iglesias de madera en Noruega*. Exposición itinerante, Publicación del Patronato Nacional de Museos, 1979, Madrid.

Las iglesias construidas en piedra siguen los cánones del románico europeo y de entre ellas destacaré la catedral de Lund (Suecia, 1104-1145)[271]. Una iglesia iniciada por el maestro Donato, italiano de probable origen lombardo, que es un claro exponente de la arquitectura lombardista en lugar tan lejano, construida primero con armaduras de madera que se sustituyeron por bóvedas de crucería hacia 1234.

Las iglesias de madera, constituyen un ejemplar tipo de iglesias que hunde sus raíces en los anteriores sistemas de construcción en madera de estos territorios, para definir un tipo de iglesias, las «Stavkirken»[272] o iglesias construidas sobre postes de madera y muros de cerramiento de tablazón, pequeñas, para pocos fieles, pero gloriosamente concebidas en su volumetría formal y en la calidad de su espacio interior cuajado de estupendas tallas de madera, iluminadas por la tenue luz de sus escasas ventanas y hoy con el tono característico de la madera envejecida y constantemente tratada, de las que destacaré entre un grupito que no sobrepasa la treintena las de Urnes y la de Borgund (Noruega, mediados del siglo XII)[273].

Para concluir, diré que la estructura y el edificio construido por el maestro románico, dio origen a esta arquitectura, un logro extraordinario. Mientras en la arquitectura militar de los castillos, tan numerosa y falta de estudios de carácter global, como en la de carácter civil, se irán adoptando estas experiencias, bien que adaptadas a las circunstancias especiales que estos edificios comportan.

Así, la estructura románica, desnuda y magnífica, se revistió de pinturas, pavimentos y mosaicos; completando su espacio sagrado con estupendas imágenes de la Virgen, Cristos, calvarios, frontales de altar, telas, tapices, capiteles, relieves esculpidos y magníficas portadas, que con la luz filtrada por las reducidas ventanas y la de las velas o lámparas de aceite configuraron el espacio sagrado románico[274]. De forma indisoluble con su arquitectura. Acogiendo las oraciones, el temor y la devoción de las gentes y transmitiéndoles el mensaje evangélico propio del románico. Con los complejos y diarios rituales en los que el canto gregoriano hacía vibrar la espiritualidad de los canónigos, monjes y fieles. Gloriosamente.

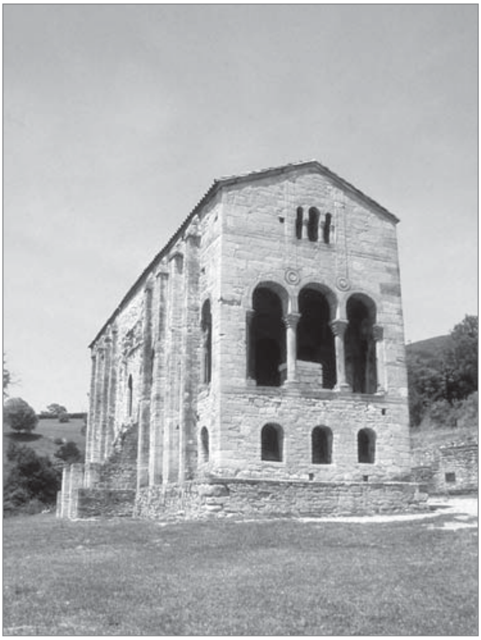
271 Ver supra, nota 269.

272 Ver supra, nota 150 y apartado 10.2.4.

273 Ver supra, nota 269.

274 Cluny III, es quizás, el ejemplo donde el lujo y la riqueza se desbordó en mayor grado. Cristos y altares revestidos de oro y piedras preciosas se dispusieron en su iglesia abacial, de acuerdo con la idea cluniacense de rendir a Dios lo mejor, el culto más lujoso.







Figs. 263, 264 y 265. Arriba izquierda. SANTA MARÍA DEL NARANCO (Oviedo, España, hacia 848). Interior de la noble planta alta, con su bóveda de medio cañón sobre arcos fajones apilastrados en semicolumnas que se corresponden perfectamente con los contrafuertes exteriores. **Arriba derecha**. Ver los contrafuertes exteriores y la magnífica tribuna. **Abajo.** SAN MIGUEL DE LILLO (Oviedo, España, 842-850). Vista de la tribuna sobre el atrio, desde la nave.

Fotos: Roberto Benedicto. 1995.







Figs. 266, 267 y 268. Arriba. ABACIAL DE LOS SANTOS NIÑOS JUSTO Y PASTOR DE URMELLA (Huesca, España, primer tercio del siglo XI). Es una iglesia iniciada por maestros lombardos e interrumpida. Ver en la parte occidental de la iglesia, el estado actual del arco de embocadura al atrio cegado —el suelo de la nave está recrecido 1,40 m. Ver el suelo de la tribuna y la jamba derecha del vano de la misma que se abría a la nave, igualmente cegado. El conjunto pertenece a la fase lombarda. Su espacio interior está indebidamente apropiado por particulares. **Abajo izquierda.** SAN VICENTE DE CARDONA (Lérida, España, 1040). Atrio con tribuna lombardos desde el interior de la nave. Parte occidental que nos llega de la iglesia, desde el suroeste. Ver los contrafuertes a media altura. **Abajo derecha.** El atrio exterior con tramos de bóvedas de arista articulados en pilares y pilastras de articulación triple lombarda.

Fotos: Roberto Benedicto. 1995-2000.






Figs. 269, 270, 271 y 272. SAN PEDRO DE SIRESA (Huesca, España, siglos XI-XII). **Arriba izquierda**. Vista del atrio con tribuna desde el interior de la nave. **Arriba derecha.** Cuerpo turriforme que lo alberga, recrecido por encima de la tribuna. CUERPO OCCIDENTAL DE SAN PANTALEÓN DE COLONIA (Alemania, siglo IX). **Abajo izquierda.** El cuerpo occidental visto desde el interior **Abajo derecha**. Exterior del cuerpo occidental.

Fotos: Roberto Benedicto. 2014-2008.







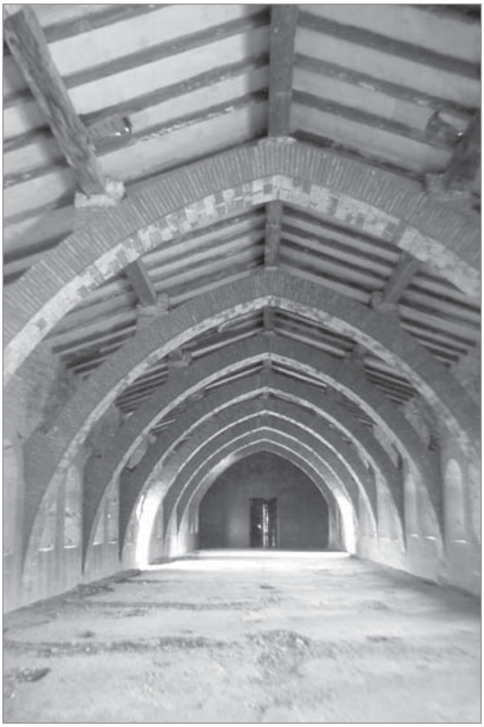
Figs. 273, 274 y 275. Arriba izquierda. CORVEY DEL WESER (Westfalia, Alemania, 873-875). Exterior del cuerpo occidental. **Arriba derecha.** SAN VICENZO IN PRATO (Milán, Italia, siglo XI). Nave muy reconstruida. **Abajo**. SAINT HILAIRE LE GRAND (Poitiers, Francia, siglos XI-XIX). Nave central. Esta nave inicialmente cubierta por armaduras de madera fue en el siglo XII, sustituida por un conjunto de tres naves en esa misma nave central. De forma que las dos laterales se cubrieron por estrechos tramos de bóvedas de medio cañón con lunetos rectos, y sus altos pilares compuestos, excesivamente esbeltos, se acodalaron a los anteriores muros laterales de la nave central con esos arcos diafragma de extradós recto. Toda esta parte fue reconstruida en el siglo XIX.

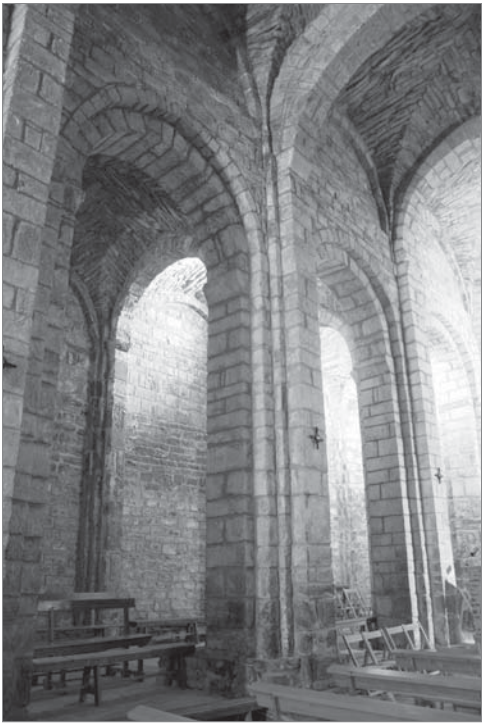
Fotos: Roberto Benedicto. 2008-2007-2014.

Figs. 276, 277 y 278. Arriba. SAN VICENTE DE ÁVILA (España, siglo XII). Ver los arcos diafragma que apuntalan los pilares torales del crucero, vista hacia el norte. **Abajo izquierda.** MONASTERIO DE RUEDA, DORMITORIO DE LOS MONJES (Zaragoza, España, siglo XII). Ver la cubierta sobre arcos diafragma, antes de la restauración. **Abajo derecha.** ABACIAL DE SANTA MARÍA DE OBARRA (Huesca, España, primer tercio del siglo XI). Vista hacia el noreste. Ver los pilares y pilastras de triple articulación.

Fotos: Roberto Benedicto. 2009-1995-2000.













Figs. 279, 280 y 281. Arriba izquierda. ABACIAL DEL MONASTERIO DE ALAÓN (Huesca, España, siglos IX-XII). Absides central y norte, coronados por arquillos y frisos de esquinillas de tipología lombarda ya en el XII. **Arriba derecha.** SAN MICHEL (Pavía, Italia, 1100-1160). Fachada occidental. **Abajo.** CATEDRAL DE PARMA (Italia, siglo XII). Fachada occidental.

Fotos: Roberto Benedicto. 2005-2014.







Figs. 282, 283 y 284. Arriba izquierda. SANTA MARÍA IN COSMEDIN, TORRE (Roma, 1120). **Arriba derecha.** SAN CLEMENTE (Roma 1099-1125): Nave central hacia la cabecera, con el cielo raso posterior. **Abajo.** SAN PIETRO IN GRADO (Pisa, Italia, siglos XI-XII). Nave central hacia los pies, con su doble cabecera.

Fotos: Roberto Benedicto. 1995.







Figs. 285, 286 y 287. Arriba izquierda. BAPTISTERIO DE LA CATEDRAL DE FLORENCIA (Italia, 1060 para los aplacados). **Arriba derecha.** BAPTISTERIO DE LA CATEDRAL DE PARMA (Italia, 1196-1249). **Abajo.** BAPTISTERIO DE SAN PIETRO IN AGLIATE (Milán, siglo X).

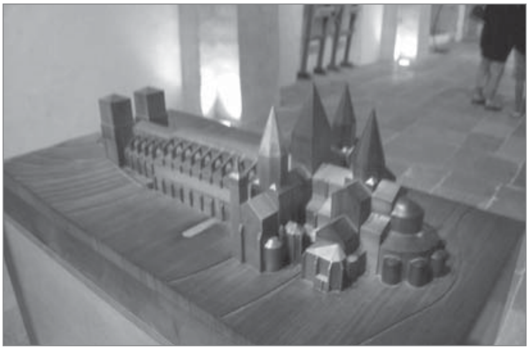
Fotos: Roberto Benedicto. 2000-2006-2012.





Figs. 288 y 289. Arriba. SANTA MARÍA IN COSMEDIN (Roma, siglo). Pavimento de mármoles taraceados en su nave central. **Abajo.** ABACIAL DE CLUNY III (Francia, siglos XI-XII). Maqueta de la sección transversal de la iglesia. Museo de Cluny. Representa la fase en que se construyeron los arbotantes, ante el fallo de los estribos dispuestos para la bóveda de la nave central. Ver el nártex con sus dos torres y la magnífica complejidad y volumetría formal de la cabecera de esta iglesia.

Fotos: Roberto Benedicto. 2000-1998.





Figs. 290, 291 y 292. ABACIAL DE CLUNY III. **Arriba.** Maqueta de la fase tardía, con arbotantes y nártex. **Centro.** Brazo sur del crucero que ha llegado hasta hoy, desde el oeste. **Abajo.** ABACIAL DE PONTIGNY (Francia, siglo XII). Ver las bóvedas de crucería sobre la anterior estructura románica.

Fotos: Roberto Benedicto. 2005.







Figs. 293 y 294. Arriba. CATEDRAL DE MAINZ (Renania, Alemania, siglos XII-XIII). Entrega de los arcos diagonales y fajón de dos bóvedas de crucería cuatripartita en la semicolumna apilastrada del arco fajón. **Abajo.** MOISSAC. TORRE OCCIDENTAL (Francia, 1130). Cuerpo superior. Cúpula de crucería sobre arcos diagonales de sección rectangular.

Fotos: Roberto Benedicto. 2013-1992.

ÍNDICE

ESTE LIBRO SE ACABÓ DE REDACTAR
EN NAVIDAD DEL AÑO 2014.
SE EDITÓ POR LA INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»
SE IMPRIMIÓ EN ARPIRELIEVE, S. A.

* * *

PORQUE HAY QUE CONTAR LAS COSAS
A QUIEN LAS QUIERA CONOCER

La construcción de la arquitectura románica

El texto que presento parte de los numerosos apuntes que redacté para mis alumnos en mis largos años de docencia. Desarrolla un punto de vista sobre el estudio de la arquitectura románica que hay que enmarcar en el campo de los estudios sobre la Historia de la Construcción. Todo el trabajo está realizado desde la mirada del arquitecto, intentando ir más allá de los magníficos estudios realizados por los historiadores e investigadores del arte románico, y buscando seguir el brillante ejemplo de Viollet le Duc, August Choisy, y los eminentes arquitectos del siglo pasado en España que nos abrieron el camino para el estudio de la arquitectura antigua, y que, salvo alguna excepción honrosa, está interrumpido hace años. Hoy mi profesión ha abandonado estos estudios y el interés por las arquitecturas antiguas.

Analiza las plausibles razones de los maestros románicos para construir sus estructuras, sus procesos de construcción y su evolución, que desarrollaron un camino glorioso hasta hacer posible la estructura gótica. Analizando todo esto desde la misma concepción "del proyecto" y en cada elemento estructural por separado, para después efectuar un estudio global de sus articulaciones y combinaciones en la estructura románica global, que persigue construir un espacio verdaderamente románico. Terminando con un estudio sobre los hitos más emergentes de esta amplia trayectoria.

9 788499 113708

INSTITUCIÓN
FERNANDO
EL CATÓLICO

DIPUTACION DE ZARAGOZA